



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
ESCUELA DE POSGRADO VICTOR ALZAMORA CASTRO

**“DETECCIÓN DE MICROORGANISMOS
PARASITARIOS Y CARACTERIZACIÓN
DE LESIONES HISTOPATOLÓGICAS EN
LA CONCHA DE ABANICO (*Argopecten
purpuratus*) PROCEDENTES DE ÁNCASH-
PERÚ DURANTE LOS PERIODOS DE
VERANO E INVIERNO”**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
SANIDAD ACUÍCOLA

ADHEMIR AYRTON VALERA ANDRADE

Lima- Perú

2018

ASESOR DE TESIS:

PhD. Mg. MV. Marcos Enrique Serrano Martínez

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme fortaleza en todos los momentos difíciles de mi vida y darme el consuelo para continuar y nunca rendirme.

A la Dra. Nieves Sandoval, por la paciencia, amabilidad, el cariño y todo el conocimiento transmitido.

A la Dra. Karin Lohrmann, por guiarme desde la elaboración del proyecto, siempre tener la disposición de ayudarme y por todos sus conocimientos brindados hacia mi persona, sin ella esta tesis no podría haber sido realizada.

Al Dr. Luis Llanco, por apoyarme de manera constante en la tesis así como por todas las enseñanzas en este período académico.

Al Dr. Enrique Serrano, por los consejos, las facilidades y el apoyo en la elaboración de la tesis.

A Cleila, Rosa V., Claudia, Alessandra y Yovan por toda la ayuda en el muestreo y el procesamiento en el laboratorio.

A todos mis amigos de mi promoción de la maestría por su amistad y por su apoyo en los momentos de dificultad.

A la señora Charito, por su gentileza y guía en todos los procesos administrativos.

DEDICATORIA

A mi madre Melva, por el apoyo y el soporte en toda mi historia de vida, sin ella no podría haber logrado todos mis objetivos.

A mi papá Julio Cesar, por guiarme desde el cielo y enseñarme el camino correcto desde niño, siempre te tengo presente.

A mis hermanos Anais y Edson, por acompañarme y motivarme a seguir a pesar de las dificultades.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT-CIENCIA ACTIVA) al Programa de SANIDAD ACUÍCOLA (contrato 230-2015 FONDECYT. Concurso PROGRAMAS DE MAESTRÍA EN UNIVERSIDADES PERUANAS”) de la UPCH.

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

LISTA DE CUADROS

LISTA DE FIGURAS

I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Actividad comercial de los moluscos bivalvos	4
3.1.1 Producción Nacional	5
3.1.1.1 Pesca	5
3.1.1.1.1 Desembarque	5
3.1.1.1.2 Desenvolvimiento	5
3.1.1.1.3 Mercado interno	5
3.1.1.2 Acuicultura	6
3.1.1.2.1 Exportaciones	7
3.1.1.1 Mercado Nacional	7
3.2 Concha de abanico	9
3.2.1 Clasificación taxonómica	9
3.2.2 Distribución	9
3.2.3 Morfología	10
3.2.4 Alimentación	10
3.2.5 Reproducción	10
3.2.6 Condiciones de cultivo	11
3.2.7 Tipos de cultivo de concha de abanico	11
3.2.7.1 Cultivo de fondo	11
3.2.7.2 Cultivo suspendido	12

3.3 Bahía de Samanco	12
3.4 Anatomía, fisiología e histología de los principales órganos de los moluscos bivalvos	13
3.4.1 Anatomía y fisiología de los principales órganos de los moluscos bivalvos	13
3.4.2 Histología de los principales órganos de los moluscos bivalvos	15
3.4.2.1 Branquias	15
3.4.2.2 Músculo aductor	15
3.4.2.3 Gónadas	16
3.4.2.4 Manto	16
3.4.2.5 Glándula digestiva	16
3.4.2.6 Intestino	16
3.4.2.7 Riñones o nefridios	17
3.5 Sistema Inmune de los moluscos	17
3.5.1 Inmunidad celular	17
3.5.2 Inmunidad humoral	17
3.5.2.1 Lisozimas	17
3.5.2.2 Lectinas	18
3.5.2.3 Proteínas de choque térmico	18
3.5.2.4 Sistema profenol-oxidasa	18
3.5.2.5 Péptidos antimicrobianos	18
3.6 Enfermedades de moluscos bivalvos y antecedentes	18
3.7 Principales enfermedades de moluscos bivalvos	20
3.7.1 Enfermedades bacterianas	20
3.7.1.1 Infecciones por bacterias del género Vibrio	20
3.7.1.2 Infecciones por bacterias del género Pseudomonas	21
3.7.1.3 Infecciones por procariotas del tipo Rickettsia	21
3.7.2 Enfermedades virales	22
3.7.2.1 Birnavirus	22
3.7.2.2 Herpesvirus	23
3.7.2.3 Iridovirus	23
3.7.3 Enfermedades Parasitarias	23

3.7.3.1	<i>Perkinsus</i> sp.	24
3.7.3.2	<i>Bonamia</i> sp.	24
3.7.3.3	Phylum Paramyxea	25
3.7.4	Enfermedades Por Metazoos	26
3.7.4.1	Poliquetos	26
3.7.4.2	Turbelarios	27
3.7.4.3	Cestodos larvales	27
3.7.4.4	Trematodos digeneos	28
3.7.4.5	Nematodos larvales	29
3.8	Estado sanitario de moluscos bivalvos en el país	29
IV.	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	31
V.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	32
5.2	Objetivo general	32
5.3	Objetivos específicos	32
VI.	METODOLOGÍA	33
6.1	Diseño del estudio	33
6.2	Población y muestra	33
6.3	Procedimiento y técnicas	34
6.3.1	Toma de muestra	34
6.3.2	Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua	35
6.3.3	Determinación de la biometría	35
6.3.4	Evaluación macroscópica	36
6.3.5	Estudio Histopatológico	36
6.3.6	Plan de análisis	38
6.3.7	Consideraciones éticas	39
VII.	RESULTADOS	40
7.1	Parámetros fisicoquímicos del agua	40
7.2	Biométricos	44
7.3	Observaciones macroscópicas	48
7.4	Histopatológicos	50
6.3.8	Branquias	50
6.3.9	Gónada masculina	56
6.3.10	Gónada femenina	59
6.3.11	Músculo aductor	64
6.3.12	Intestino	67
6.3.13	Nefridios	70

6.3.14	Glándula digestiva	64
6.3.15	Manto	78
7.5	Análisis estadístico	86
VIII.	DISCUSIÓN	90
IX.	CONCLUSIONES	102
X.	RECOMENDACIONES	103
XI.	BIBLIOGRAFÍA	104

Lista de tablas

- Tabla 1.** Cosecha de conchas de abanico procedentes de la actividad de acuicultura en el 2006-2015 (PRODUCE, 2016) (Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola, 2015).
- Tabla 2.** Diferencia de grados de lesiones en tejidos según su extensión en la muestra (Reimshuessel *et al.*, 1992)
- Tabla 3.** Evaluación Mensual de los parámetros fisicoquímicos del agua de la Bahía de Casma en Áncash-Perú evaluados en la temporada de verano.
- Tabla 4.** Evaluación Mensual de los parámetros fisicoquímicos del agua de la Bahía de Casma en Áncash-Perú evaluados en la temporada de invierno.
- Tabla 5.** Promedio y desviación estándar de los parámetros fisicoquímicos del agua de la bahía de Casma en Áncash-Perú evaluados en la temporada de verano e invierno.
- Tabla 6.** Promedio de datos biométricos de las conchas de abanico de Áncash-Perú tomando en cuenta el lugar de procedencia (ambiente natural y producción), así como la temporada (verano e invierno).
- Tabla 7.** Datos biométricos extremos (mayor y menor) de las conchas de abanico en Áncash-Perú tomando en cuenta el lugar de procedencia (ambiente natural y producción), así como la temporada (verano e invierno).
- Tabla 8.** Hallazgos a nivel macroscópico de las conchas de abanico en Áncash-Perú tomando en cuenta el lugar de procedencia (ambiente natural y producción), así como la temporada (verano e invierno).
- Tabla 9.** Frecuencia de alteraciones histológicas de las branquias y su grado de

afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de verano.

Tabla 10. Frecuencia de alteraciones histológicas de las branquias y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de ambientes naturales de Áncash - Perú en período de verano.

Tabla 11. Frecuencia de alteraciones histológicas de las branquias y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de invierno.

Tabla 12. Frecuencia de alteraciones histológicas de las branquias y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de ambientes naturales de Áncash - Perú en período de invierno,

Tabla 9. Frecuencia de alteraciones histológicas de las branquias y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de verano.

Tabla 10. Frecuencia de alteraciones histológicas de las branquias y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de ambientes naturales de Áncash - Perú en período de verano.

Tabla 11. Frecuencia de alteraciones histológicas de las branquias y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de invierno.

Tabla 12. Frecuencia de alteraciones histológicas de las branquias y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de ambientes naturales de Áncash - Perú en período de invierno,

Tabla 13. Frecuencia de alteraciones histológicas de las gónadas masculinas y su

grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*)
procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de
verano.

Tabla 14. Frecuencia de alteraciones histológicas de las gónadas masculinas y su
grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*)
procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de
verano.

Tabla 15. Frecuencia de alteraciones histológicas de las gónadas masculinas y su
grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*)
procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de
invierno.

Tabla 16. Frecuencia de alteraciones histológicas de las gónadas masculinas y su
grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*)
procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de
verano.

Tabla 17. Frecuencia de alteraciones histológicas de las gónadas femeninas y su
grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*)
procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de
verano.

Tabla 18. Frecuencia de alteraciones histológicas de las gónadas femeninas y su
grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*)
procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de
verano.

Tabla 19. Frecuencia de alteraciones histológicas de las gónadas femeninas y su

grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de invierno.

Tabla 20. Frecuencia de alteraciones histológicas de las gónadas femeninas y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de invierno.

Tabla 21. Frecuencia de alteraciones histológicas de músculo aductor y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de verano.

Tabla 22. Frecuencia de alteraciones histológicas de músculo aductor y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de verano.

Tabla 23. Frecuencia de alteraciones histológicas de músculo aductor y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de invierno.

Tabla 24. Frecuencia de alteraciones histológicas de músculo aductor y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente ambiente natural de Áncash - Perú en período de invierno.

Tabla 25. Frecuencia de alteraciones histológicas de intestino y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente

de producción de Áncash - Perú en período de verano.

Tabla 26. Frecuencia de alteraciones histológicas de intestino y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de verano.

Tabla 27. Frecuencia de alteraciones histológicas de intestino y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de invierno.

Tabla 28. Frecuencia de alteraciones histológicas de intestino y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de invierno.

Tabla 29. Frecuencia de alteraciones histológicas de los nefridios y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de verano.

Tabla 30. Frecuencia de alteraciones histológicas de los nefridios y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de verano.

Tabla 31. Frecuencia de alteraciones histológicas de los nefridios y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de invierno.

Tabla 32. Frecuencia de alteraciones histológicas de los nefridios y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de invierno.

Tabla 33. Frecuencia de alteraciones histológicas de glándula digestiva y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*)

procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de verano.

Tabla 34. Frecuencia de alteraciones histológicas de glándula digestiva y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de verano.

Tabla 35. Frecuencia de alteraciones histológicas de glándula digestiva y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de invierno.

Tabla 36. Frecuencia de alteraciones histológicas de glándula digestiva y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de invierno.

Tabla 37. Frecuencia de alteraciones histológicas de manto y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de verano.

Tabla 38. Frecuencia de alteraciones histológicas de glándula digestiva y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de verano.

Tabla 39. Frecuencia de alteraciones histológicas de manto y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de invierno.

Tabla 40. Frecuencia de alteraciones histológicas de glándula digestiva y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de invierno.

Tabla 41. Resultados de histología de las principales alteraciones encontradas en los distintos órganos evaluados.

Tabla 42. Resultados Ji cuadrado, para comparar prevalencias de agentes parasitarios encontrados en tejidos de conchas de abanico, tomando en cuenta el origen de los individuos y la estación del año.

Tabla 43. Resultados Ji cuadrado, para comparar prevalencias de lesiones encontrados en tejidos de conchas de abanico, tomando en cuenta el origen de los individuos y la estación del año.

Lista de Figuras

Figura 1. Producción (en millones de toneladas) de bivalvos procedentes de la pesca y de la acuicultura durante el decenio 1991-2000. Fuente: Anuarios de Estadísticas de Pesca de la FAO (2006)

Figura 2. Venta Interna de Recursos marítimos procedentes de la actividad de Acuicultura en el año 2015. Fuente: Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola, 2015.

Figura 3. Exportación de recursos hidrobiológicos procedentes de la actividad de acuicultura según especie (PRODUCE, 2016) Fuente: Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola, 2015.

Figura 4. Exportación de concha de abanico procedente de la acuicultura y país

de destino (PRODUCE, 2016). Fuente: Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola, 2015.

Figura 5. Concha de abanico (*Argopecten purpuratus*, Lamarck 1989). Fuente: FAO (2007).

Figura 6. Órganos internos de *Argopecten purpuratus*. Flecha azul, órgano reproductor femenino y flecha negra, órgano reproductor masculino. Fuente: Helm *et al.* (2006)

Figura7. Ciclo biológico de la concha de abanico. Fuente: http://conchasdeabanicoipc.blogspot.pe/2010/05/estados-de-desarrollo_04.html. (2010).

Figura 8. Relación de la temperatura y el oxígeno disuelto en los meses de verano e invierno del agua de la bahía de Casma en Áncash-Perú.

Figura 9. Promedio y desviación estándar de los parámetros fisicoquímicos en todos los meses.

Figura 10. Relación de la altura valvar y el peso total con el Factor de condición (FC) según los diferentes grupos de procedencia.

Figura 11. Porcentaje (%) de hallazgos a nivel macroscópico de las conchas de abanico en Áncash-Perú tomando en cuenta el lugar de procedencia (ambiente natural y producción), así como la temporada (verano e invierno).

Figura 11 (A). Hallazgos a nivel macroscópico. Manchas blanquecinas en gónadas de concha de abanico (flechas azules) (*Argopecten purpuratus*).

Figura 11 (B). Hallazgos a nivel macroscópico. *Hydroides* sp. encontrado en

concha de abanico (*Argopecten purpuratus*).

Figura 11 (C). Hallazgos a nivel macroscópico. Perforaciones en el interior de las valvas en concha de abanico (flechas rojas) (*Argopecten purpuratus*).

Figura 11 (D). Hallazgos a nivel macroscópico. *Polydora* sp. extraído de una concha de abanico (*Argopecten purpuratus*).

Figura 12. Hiperplasia del epitelio branquial (Círculo negro). H&E 400X.

Figuras 13 (RLOs) Organismos tipo Rickettsiales en tejido branquial (Círculo rojo). Áreas de necrosis del tejido (Flechas azules). H&E 400X.

Figuras 14 (RLOs) Organismos tipo Rickettsiales en tejido branquial (Círculo rojo). Áreas de necrosis del tejido (Flechas azules). H&E 400X.

Figuras 15 (RLOs) Organismos tipo Rickettsiales en tejido branquial (Círculo rojo). Áreas de necrosis del tejido (Flechas azules). H&E 400X.

Figuras 16 (RLOs) Organismos tipo Rickettsiales en tejido branquial (Círculo rojo). Áreas de necrosis del tejido (Flechas azules). H&E 400X.

Figura 17. Tremátodo entre los filamentos branquiales (Círculo amarillo). Áreas de necrosis del tejido (Flechas azules). Leve infiltración hemocítica (Círculo verde). H&E 400X.

Figura 18. Infiltración hemocítica (círculos verdes) y RLOs dentro del filamento branquial (Círculo rojo). H&E 400X.

Figura 19. Infiltración hemocítica (círculos verdes), RLOs dentro del filamento branquial (Círculo rojo) y necrosis del epitelio. H&E 400X.

Figura 20. Infiltración hemocítica (Círculos verdes). H&E 400X.

Figura 21. Infiltración hemocítica (Círculos verdes). H&E 400X.

Figura 22. Infiltración hemocítica (Círculos verdes). H&E 400X.

Figura 23. Infiltración hemocítica (Círculos verdes). H&E 400X.

Figura 24. Infiltración hemocítica en Gónada sexual masculina (Círculo verde).
H&E 400X.

Figuras 25 (A). Atrofia de la gónada masculina. (Se observan zonas donde no existe tejido). H&E 100X.

Figuras 25 (B). Atrofia de la gónada masculina. (Se observan zonas donde no existe tejido). H&E 400X.

Figura 26. Áreas de Necrosis (flechas azules) en Gónada masculina. H&E 400X.

Figura 27. Infiltración hemocítica (Círculo verde) en gónada femenina. H&E 400X.

Figuras 28 (A). Atrofia de la gónada masculina. (Se observan zonas donde no existe tejido). H&E 100X

Figuras 28 (B). Atrofia de la gónada masculina. (Se observan zonas donde no existe tejido). H&E 400X.

Figura 29. Necrosis de la gónada femenina. H&E 400X.

Figura 30. Tremátodo (Círculo azul) y atrofia en la gónada femenina. H&E 400X.

Figura 31. Tremátodo (Círculo azul) y atrofia en la gónada femenina. H&E 400X.

Figura 32. Ooquiste de *Nematopsis* sp. (Círculo naranja) en músculo aductor e infiltración hemocítica (Círculo verde). H&E 400X.

Figura 33. Ooquistes de *Nematopsis* sp. (Círculos anaranjados) en músculo aductor. H&E 400X.

Figura 34. Tejido necrótico y células vacuoladas de color basófilos (Círculo morado). H&E 400X.

Figura 35. Áreas de necrosis (flechas azules) e infiltración hemocítica (Círculo

verde). H&E 100X.

Figura 36. Ooquistes dentro de la luz intestinal (Círculo anaranjado). H&E 400X.

Figura 37. Necrosis del intestino (flechas azules). H&E 400X.

Figura 38. Tremátodo adherido a la pared intestinal (Círculo anaranjado). H&E 400X.

Figura 39. Ooquiste de *Nematopsis* sp. en nefridios (círculo). H&E 400X.

Figura 40. Áreas de necrosis en nefridios (flechas azules). H&E 400X.

Figura 41. Infiltración hemocítica en nefridios (círculos verdes). H&E 400X.

Figura 42. Concreciones dentro de las células que conforman los nefridios. H&E 400X.

Figura 43. Concreciones dentro de las células que conforman los nefridios. H&E 400X.

Figura 44 (A). Granuloma (círculo celeste) y necrosis epitelial en glándula digestiva. H&E 100X.

Figura 44 (B). Granuloma (círculo celeste) y necrosis epitelial en glándula digestiva. H&E 400X.

Figura 45. Tremátodo en glándula digestiva. H&E 400X.

Figura 46. Severa necrosis en glándula digestiva. H&E 400X.

Figuras 47. Severa necrosis en glándula digestiva. H&E 400X.

Figura 48. Infiltración hemocítica (círculos verdes) y granuloma en formación (círculo celeste) (círculo). H&E 400X.

Figura 49 (A). RLOs (Círculos rojos), necrosis en glándula digestiva e infiltración hemocítica (Círculo verde). H&E 100X.

Figura 49 (B). RLOs (Círculos rojos), necrosis en glándula digestiva e infiltración

hemocítica (Círculo verde). H&E 400X.

Figura 50. RLOs (Círculos rojos) y necrosis en glándula digestiva. H&E 400X.

Figura 51. Severa infiltración hemocítica (Círculos verde) y necrosis en glándula digestiva. H&E 400X.

Figura 52. Infiltración hemocítica (Círculo verde) en manto. H&E 400X.

Figura 53. RLOs (Círculo rojo) y áreas de necrosis (flechas azules). H&E 400X.

Figura 54 (A). Tremátodo en manto (círculo azul), se observa como los hemocitos se alargan para arrestar al parásito (flechas anaranjadas). H&E 100X.

Figura 54 (B). Tremátodo en manto (círculo azul), se observa como los hemocitos se alargan para arrestar al parásito (flechas anaranjadas). H&E 400X.

Figura 55. Tremátodo en manto (círculo azul). H&E 400X.

Figura 56. Tremátodo en manto (círculo azul). H&E 400X.

Figura 57. Granuloma en manto (círculo). H&E 400

RESUMEN

La acuicultura en el Perú se ha incrementado en los últimos años, donde destaca el cultivo de conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*). En nuestro país se conoce poco de los organismos que afectan a esta especie. El objetivo del estudio es detectar a los agentes parasitarios y describir las lesiones histopatológicas en la concha de abanico procedentes de Áncash en periodo de verano e invierno. Se muestrearon 360 conchas de abanico en total, de las cuales, la mitad provino de la estación de verano (180) y la otra mitad de invierno (180), que a su vez también provinieron de centros de producción y la otra mitad (90) del medio natural. Las muestras fueron conservadas en fijador de Davidson y luego procesadas para el estudio histológico. Se realizó la prueba ji cuadrado para el análisis estadístico. Los hallazgos histológicos encontrados en branquias y glándula digestiva fueron similares, se encontró en los 4 grupos Rickettsial Like Organisms (RLOs) y en todos los grupos se observó infiltración hemocítica y necrosis de los tejidos, la prevalencia de RLOs estuvo asociada a la temporada del año. Con respecto a los nefridios, se pudo encontrar que todos los grupos presentaron concreciones y en caso del manto, se observó infiltración hemocítica, granulomas, tremátodos en el grupo de conchas de abanico silvestres en verano; la prevalencia de los tremátodos estuvo asociada a la procedencia de los animales. Se concluye que existen microorganismos parasitarios y distintos tipos de lesiones tisulares en conchas de abanico procedentes del medio natural y centros de producción de Ancash- Perú en periodos de verano e invierno.

Palabras clave: *Argopecten purpuratus*, histología, organismos parasitarios, Áncash, Rickettsial Like Organisms.

ABSTRACT

Aquaculture in Peru has increased in recent years, where cultivation of fan shells (*Argopecten purpuratus*) stands out. In our country, little is known about organisms affect this specie. The objective of this study is to detect parasitic agents and describe the histopathological lesions in the fan shell from Ancash during the summer and winter periods. A total of 360 scallops were sampled, of which half came from summer season (180) and the other from winter (180), which in turn also came from production centers and the other half (90) of natural environment. Samples were preserved in Davidson's fixative and then processed for histological study. The chi-squared test was performed for statistical analysis. Histological findings found in gills and digestive glands were similar, Rickettsial Like Organisms (RLOs) and hemocytic infiltration and necrosis of the tissues was observed in all four groups; the prevalence of RLOs was associated to season of the year. With regard to nephridios, it was possible to find that all the groups presented concretions and in the case of the mantle, hemocytic infiltration, granulomas, and trematodes were observed in the group of wild scallop shells in summer; the prevalence of trematodes was associated to origin of animals. We conclude that there are parasitic microorganisms and different types of tissue lesions in fan shells from the natural environment and production centers of Ancash-Peru in summer and winter periods.

Key words: *Argopecten purpuratus*, histology, parasitic organisms, Ancash, Rickettsial Like Organisms.

I.INTRODUCCIÓN

La acuicultura en los últimos años ha tomado vital importancia, en el cual se incluye la explotación y comercio de moluscos bivalvos. Esta actividad es una parte importante en la actividad acuícola a nivel global. En nuestro país destaca el cultivo de concha de abanico, siendo Piura y Áncash los dos lugares con mayor producción a nivel nacional. Estos animales son procesados y exportados como producto alimenticio principalmente a África, Europa y Oceanía.

Uno de los principales desafíos de la producción de moluscos bivalvos es el conocimiento, prevención y control de las enfermedades. El estrés producido por cambios fisicoquímicos en el agua o por el hacinamiento puede provocar la aparición y el desarrollo de diversas enfermedades, las cuales son transmitidas de manera muy rápida debido a que el agua actúa como medio de infección. Diversos agentes causan daño directamente a la concha de abanico como bacterias, virus y parásitos, los cuales afectan y causan lesiones en los tejidos de estos animales acuáticos, dentro de este grupo destacan los agentes parasitarios los cuales en algunos casos pueden llegar a provocar altas mortalidades y es el motivo por el cuál un grupo de ellos se encuentra en la lista de agentes causantes de enfermedades de reporte obligatorio para la OIE.

En el presente trabajo, se realizó la detección de microorganismos parasitarios y el estudio histopatológico en el molusco bivalvo concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) proveniente de la bahía de Casma en Áncash- Perú durante períodos de verano e invierno.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo de conchas de abanico es una actividad económica importante, en el periodo de enero a Setiembre del 2013 se obtuvo una producción de 45,284 toneladas (Flores y Mazza, 2014). La acuicultura en Perú se ha incrementado en 20% durante los últimos años, donde destaca la producción de esta especie (Bernedo, León, Montero y Quispe, 2015). Lamentablemente, se conoce poco acerca de los parásitos que afectan a los moluscos en América Latina (Cáceres-Martínez y Vásquez-Yeomans, 2008) y cualquier brote de enfermedad podría poner en peligro esta industria. Es por ello necesario el conocimiento de parásitos y patógenos que afectan a esta especie marina de importancia comercial para el país.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 ACTIVIDAD COMERCIAL DE LOS MOLUSCOS BIVALVOS

Los moluscos bivalvos, donde se incluyen a las ostras, mejillones, almejas y vieiras, constituyen una parte importante de la producción acuícola a nivel mundial. Se ha observado un considerable aumento en la producción de bivalvos durante los años de 1991 – 2000, pasando de los 6,3 millones de toneladas desembarcadas a más del doble con 14 204 152 toneladas métricas, incluyendo a especies de pesca y acuicultura. Esta producción desde el año 1991 se ha venido incrementando incluso llegando a superar a la pesca (FAO, 2006).

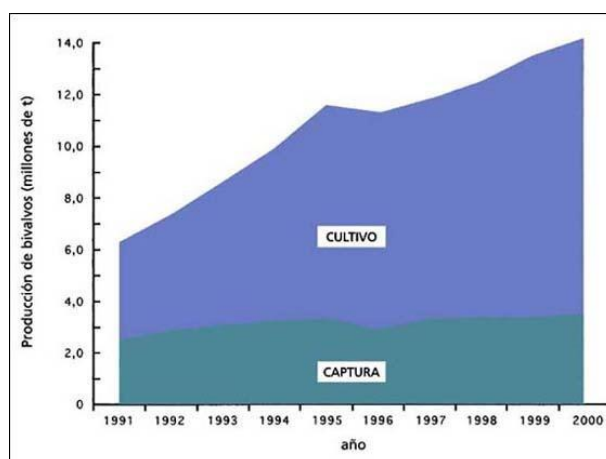


Figura 1. Producción (en millones de toneladas) de bivalvos procedentes de la pesca y de la acuicultura durante el decenio 1991-2000. Fuente: Anuarios de Estadísticas de Pesca de la FAO (2006)

Los moluscos bivalvos son ideales para la acuicultura, debido a que su alimentación está basada en algas, las cuales que se encuentran en aguas marinas. Aunque el cultivo de estos animales data de hace varios siglos, los últimos avances tecnológicos han permitido maximizar la producción del cultivo de moluscos bivalvos (Helm, Bourne y Lovatelli, 2006).

3.1.1 Producción Nacional

3.1.1.1 Pesca

3.1.1.1.1 Desembarque

La concha de abanico representó un 0.6% de todas las especies desembarcadas en el año 2015, este año se colectó en total 30 396 TM procedentes de la actividad extractiva, es decir, no provenientes de la acuicultura. Gran parte del total de este recurso marino (28 904 TM) fue congelada, la cantidad restante (1 492 TM) fue vendida como producto fresco y utilizado para consumo humano directo (Bernedo *et al.*, 2015).

3.1.1.1.2 Desenvolvimiento

Chimbote es uno de los lugares que presenta mayor desembarque de recursos hidrobiológicos marítimos, esta ciudad posee el 11.28% del total de los recursos desembarcados en el 2015 (Bernedo, *et al.*, 2015).

3.1.1.1.3 Mercado Interno

En el mercado mayorista pesquero de Ventanilla todos los años ha habido ingreso y expendio de concha de abanico, situación que no ocurre en elde Villa María del triunfo, donde el ingreso de este producto es muy escaso llegando en algunos años a no ofrecer (Bernedo *et al.*, 2015).

3.1.1.2 Acuicultura

La cosecha de conchas de abanico procedente de la acuicultura desde el año 2006 supera las 10 000 toneladas métricas (tabla 1). El año 2015, en el departamento de Áncash se cosecharon 10 833,393 TM (47.61%), en Piura 11 891,53 TM (52.26%) y en Ica 303,06 TM (0.13%) (Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola, 2015).

Tabla 1. Cosecha de conchas de abanico procedentes de la actividad de acuicultura en el 2006-2015 (Bernedo *et al.*, 2015).

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Concha de abanico (TM)	12 337	18 518	14 802	16 047	58 101	52 213	24 782	67 694	55 096	23 029

Con respecto a la venta interna, en el año 2015 fue 2 000,04 TM, representando un 4.24% (Figura 2) del total de recursos marítimos de la acuicultura que fueron vendidos al mercado nacional (Bernedo *et al.*, 2015).

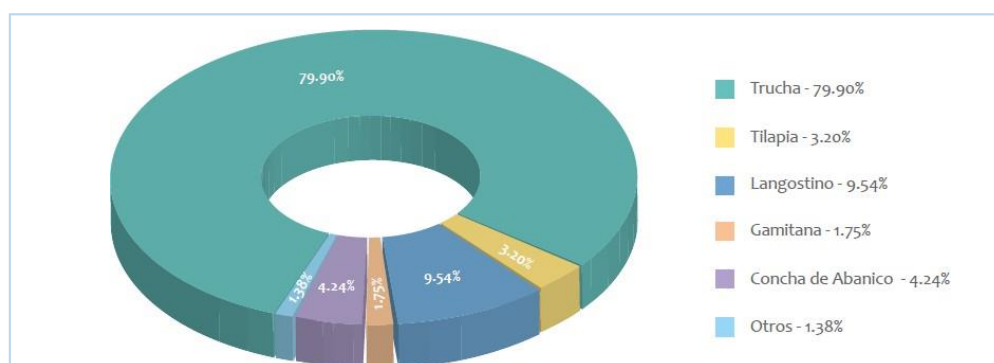


Figura 2. Venta Interna de Recursos marítimos procedentes de la actividad de Acuicultura en el año 2015. Fuente: Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola, 2015.

3.1.1.2.1 Exportaciones

La concha de abanico se ubica como el segundo producto acuícola con mayor exportación, representando el 24.17% del total de todas las especies que son exportadas (Figura. 3) (Bernedo *et al.*, 2015).

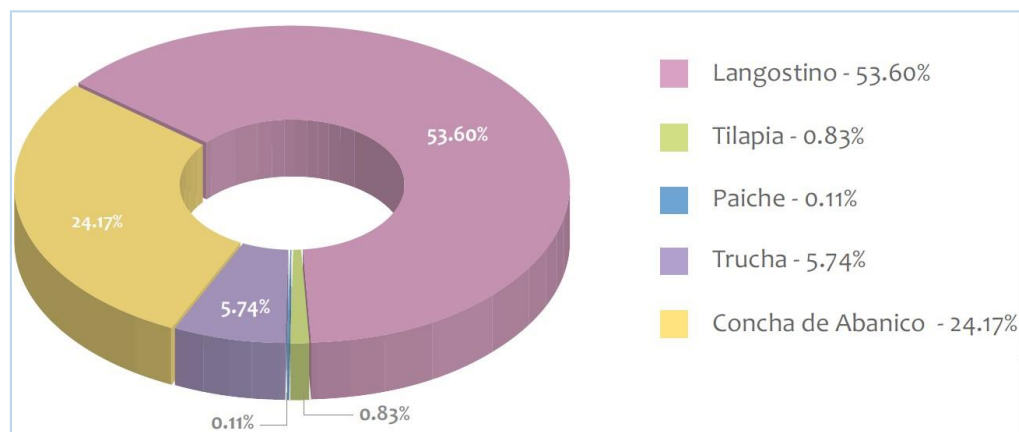


Figura 3. Exportación de recursos hidrobiológicos procedentes de la actividad de acuicultura según especie (PRODUCE, 2015) Fuente: (Bernedo *et al.*, 2015).

La concha de abanico se exporta principalmente a Europa, África y Oceanía (Figura 4). El principal destino europeo es Francia y en el 2015 se exportó 3 852,51 TM (Bernedo *et al.*, 2015).

3.1.1.3 Mercado nacional

La demanda de concha de abanico en el mercado nacional es muy poca cuando se compara con el mercado internacional, donde los principales países a los cuales se exporta dicho producto son: Francia y Estados Unidos, es decir gran parte de la producción es vendida a estos países y solo una pequeña parte se queda en nuestro país y es distribuida en los terminales pequeros, supermercados y mercados municipales (Kanagusuku, 2009).

Destino	Concha de Abanico	
	TMB	US\$
Total	7 346,18	80 980 322
Europa	6 015,01	65 729 817
Alemania	134,66	1 743 069
Bélgica	812,05	10 560 559
Dinamarca	59,74	443 109
España	324,71	2 466 153
Francia	3 852,51	41 856 384
Italia	305,90	2 818 550
Lituania	-	-
Noruega	-	-
Países bajos	389,74	4 548 198
Reino unido	135,70	1 293 794
Rusia	-	-
Suecia	-	-
Otros	-	-
América	1 297,65	14 945 061
Canadá	169,47	2 083 096
Chile	185,85	1 747 705
Colombia	1,89	21 489
Ecuador	-	-
Estados unidos	913,18	10 812 763
Otros	27,26	280 009
Asia, África y Oceanía	33,52	305 445
Australia	13,19	119 195
Nueva Zelanda	20,33	186 245
Otros	0,00	5

Figura 4. Exportación de concha de abanico procedente de la acuicultura y país de destino (PRODUCE, 2015). Fuente: (Bernedo *et al.*, 2015).

3.2 CONCHA DE ABANICO (*Argopecten purpuratus*)

3.2.1 Clasificación Taxonómica

Reino : Animal

Phylum : Mollusca

Clase : Bivalva

Orden : Anisomyaria

Familia : Pectinidae

Género : *Argopecten*

Especie : *Argopecten purpuratus*

(Lamarck, 1819)



Figura 5. Concha de abanico (*Argopecten purpuratus*, Lamarck 1819). Fuente: FAO (2007).

Recibe diferentes nombres como: Concha de abanico, viera, peine, ostión del norte, almeja voladora.

3.2.2 Distribución

La concha de abanico, se encuentra en las costas del Pacífico, desde Paita (Perú) hasta el Norte de Chile en Coquimbo (Álamo y Valdivieso, 1987). Tiene como hábitat el sustrato arenoso, areno fangoso y de conchuela y se les puede encontrar hasta una profundidad de 40 metros debajo del nivel del mar (Uriarte, 2008).

3.2.3 Morfología

Este pectinado es caracterizado por presentar una concha orbicular, con valvas desiguales, cuya valva izquierda es mucho más convexa que la derecha. A su vez presenta costillas radiales con un número variable de 23 a 26 por valva, la cual presentan una coloración rosácea. (Kanagusuku, 2009).

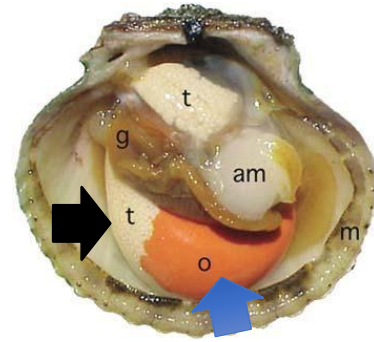
3.2.4 Alimentación

Estos animales son exclusivamente filtradores, se alimentan filtrando gran cantidad de fitoplancton, en épocas donde el fitoplancton desaparece, casi la totalidad de los moluscos bivalvos migra o muere por inanición. Las especies de las cuales se alimenta está conformada principalmente por microalgas pardas o diatomeas, destacando: *Isochrysis* sp., *Chaetoceros* sp., *Skeletonema* sp., *Navicula* sp., *Nitzschia* sp., *Thalassiosira* sp., *Melosita* sp., *Cyclotella* sp., entre otras (Kanagusuku, 2009).

3.2.5 Reproducción

Es una especie hermafrodita, quiere decir que un mismo individuo posee los dos sexos: masculino y femenino, pero su funcionalidad no es suficiente, por ello, la producción de gametos sexuales es de forma alternada y su ciclo reproductivo de manera continua. Las gónadas reciben el nombre común de coral, este incluye el órgano sexual masculino (color blanco) y el órgano sexual femenino (color naranja) (figura 6) (Peteiro, Filgueira y Fernández, 2007).

Figura 6. Órganos internos de *Argopecten* sp. (Flecha azul) órgano reproductor femenino. (Flecha negra) órgano reproductor masculino. Fuente: Helm *et al.* (2006)



Su primera madurez sexual se puede dar alrededor de

los 10 a 12 meses de edad con tallas de 50 mm donde podrían desovar de 1 a 10 millones de óvulos, la producción de los óvulos está relacionada directamente con su crecimiento, es decir, animales de tallas más grandes pueden llegar a desovar 10 a 40 millones de óvulos. El desove generalmente se inicia expulsando al exterior los espermatozoides y luego los óvulos (Kanagusuku, 2009).

Su ciclo biológico comprende 4 etapas: huevo; larva, en esta fase se presentan 3 estadios (trocofera, veliger y preveliger), juvenil y adulto (Kanagusuku, 2009).

3.2.6 Condiciones de cultivo

Las condiciones necesarias para el cultivo de concha de abanico son una temperatura que va desde los 13°C a 20°C, dándole un medio confortable, aunque también puede llegar a soportar extremos de 7°C hasta 28°C, en cuanto a valores de oxígeno lo ideal es de 0.2 a 8 ml/l, un pH de 6.8 a 7.9 y una salinidad óptima de 35 partes por millón (Kanagusuku, 2009).

3.2.7 Tipos de cultivo de concha de abanico

3.2.7.1 Cultivo de fondo

En esta técnica de cultivo se utiliza el fondo marino como soporte para el cultivo. Se realiza el cultivo en un corral de malla que tiene forma circular o rectangular en el fondo y cuya parte basal va pegada al fondo se le hace como una especie de

bolsillo donde se colocan piedras para dar soporte y evitar que se mueva (Kanagusuku, 2009).

3.2.7.2 Cultivo suspendido

Hay diversas técnicas, pero la más usada es el long-line, el cual consta de una línea de cordel que tiene boyas de diferentes tipos y tamaños para contrarrestar el peso de las conchas de abanico, las cuales se encuentran en linternas. Las líneas poseen cordeles amarrados a los muertos, los cuales son estructuras pesadas que provocan que las líneas ingresen al fondo del mar (Kanagusuku, 2009).

3.3 BAHÍA DE SAMANCO

La bahía de Samanco se encuentra ubicado en la provincia de El Santa en la región Ancash, es una de las bahías más importantes, comprendiendo un área de aproximadamente 6900 ha. La circulación de sus aguas es muy lenta con velocidades de 1.2 a 13.9 cm/ s y en un sentido horario. En esta bahía se realiza pesca artesanal donde destacan principalmente son concha de abanico, marucha, navajuela, calamar, pata de mula, pejerrey, machete y lisa. Esta bahía debido a sus características ambientales, batimetría y sustrato brinda condiciones favorables para el desarrollo de cultivo de especies marinas, es por ello que un 30% del área ha sido otorgada a concesiones para el cultivo y explotación de concha de abanico, pero debido a ello surgió un problema debido a que los centros de producción ubicados en esta bahía están produciendo desechos orgánicos. La actividad humana está generando residuos orgánicos como resultado de la propia explotación productiva como el desvalvado, la limpieza de las linternas, sino que además algunas empresas no cuentan con lugares apropiados para acopiar los residuos producidos por el propio personal de trabajo y todo ello es arrojado al mar. Esto es indicación del

mal manejo de residuos sólidos por parte de las concesionarias dedicadas a la maricultura. A su vez también se han encontrado concentraciones de metales pesados que no superaron niveles alarmantes como cadmio, plomo y cobre en el agua y en los organismos marinos, pero en los sedimentos superficiales se encontró cadmio y cobre que si superaron niveles estándar. Estos metales estarían llegando al mar de la bahía de Samanco por la actividad antropogénica, como es el uso de los combustibles en la maricultura, pesca industrial y artesanal (IMARPE, 2008; García, Orozco, Gonzales y Flores, 2015; Veyalarce, 2016).

3.4 ANATOMÍA, FISIOLOGÍA E HISTOLOGÍA DE LOS PRINCIPALES ORGANOS DE MOLUSCOS BIVALVOS.

3.4.1 Anatomía y fisiología de los principales órganos de moluscos bivalvos

Las branquias están formadas por filamentos, los cuales están cubiertos por cilios. Este órgano está involucrado en la respiración y la alimentación de las especies. En la respiración ya que aquí se realiza el intercambio gaseoso, con respecto a la alimentación estas estructuras permiten atrapar las partículas que se encuentran en suspensión en el ambiente marino y luego son transportadas hacia el orificio bucal con ayuda de los cilios que poseen (Peteiro *et al.*, 2007).

El estómago recibe el alimento ingerido y se da inicio al proceso digestivo, posee una glándula digestiva que digiere partículas más pequeñas mientras el intestino se encarga de las partículas más grandes. El intestino tiene una abertura en el segmento final por donde son expulsados los desechos (Peteiro *et al.*, 2007).

Las almejas y los mejillones presentan dos porciones de músculos aductores y reciben el nombre de dimiarias, para el caso de vieiras y ostras, estas solo poseen un único músculo aductor, el cual se encuentra ubicado en posición central, estas

especies reciben el nombre de monomiarias. En las especies que solo poseen un solo músculo se puede apreciar fácilmente la división, la gran porción es llamada de músculo rápido y se contrae para cerrar las valvas y la porción más pequeña conocida como músculo de cierre, mantiene las valvas en posición cuando se ha cerrado (Helm *et al.*, 2006).

Los moluscos tienen una circulación abierta, quiere decir que el tipo de sangre no se encuentra definida por vasos sanguíneos como venas y arterias. La sangre de estos animales recibe el nombre de hemolinfa y es responsable de transportar alimentos, oxígeno y desechos del metabolismo (Peteiro *et al.*, 2007).

El sistema nervioso de estos animales está formado por tres pares de ganglios y un par de largos cordones nerviosos. Los ganglios cerebro pleurales envían nervios a los palpos, al músculo aductor anterior y al manto. Los ganglios viscerales proyectan nervios al tubo digestivo, corazón, branquias, manto, músculo aductor posterior. El ganglio pedio inerva el pie (Peteiro *et al.*, 2007).

Los órganos encargados de la sensibilidad se encuentran alrededor del manto y son: los ocelos, que son órganos fotorreceptores y el osfradio, que detecta la calidad de agua del ambiente en el que habitan (Peteiro *et al.*, 2007).

La gran mayoría de las especies de moluscos bivalvos son hermafroditas. Las gónadas sexuales son liberadas al exterior es por ello que la fecundación es externa

Figura 7. Ciclo biológico de la concha de abanico. Fuente: http://conchasdeabanicoipc.blogspot.pe/2010/05/estados-de-desarrollo_04.html. (2010).



3.4.2 Histología de los principales órganos de moluscos bivalvos

3.4.2.1 Branquias

Como todas las mucosas con función respiratoria, las branquias están formadas por dos tipos de células: las vibrátiles y las glandulares mucosas, las cuales se asemejan a las células caliciformes de los vertebrados. La proporción entre estas dos células es variable y depende de la salinidad del agua, es por ello que es necesario tener presente este factor variable. Estos dos tipos de células se encuentran sobre una lámina basal desarrollada, la cual presenta alteraciones y migraciones de elementos celulares en casos de parasitosis causadas por tremátodos, copépodos y protozoos (Bozzo, Durfort, Poquet y Sagristà, 2015).

3.4.2.2 Músculo aductor

El músculo de los bivalvos presenta dos porciones que difieren en cuanto a histología y funcionalidad, fibras musculares y fibras lisas. Una parte llamada “músculo lento” posee fibras musculares lisas y la otra parte conformada por fibras que poseen estrías recibe el nombre de “músculo rápido” (Chantler, 2016).

3.4.2.3 Gónadas

Estos órganos constituyen cerca del 80% del peso corporal y se reducen después de la liberación de sus gametos. Entre los túbulos seminíferos y los folículos ováricos hay una cantidad de tejido conjuntivo laxo, las células adipogranulosas, una gran cantidad de vasos hemolinfáticos y gonoductos ciliados y sinuosos que se distribuyen por toda la gónada. Gónada femenina, compuesta por folículos ováricos, contienen un número grande de oocitos, los cuales están rodeados por tejido conjuntivo laxo y algunas células adipogranulosas. Gónada masculina, está compuesta por compartimentos en donde tiene lugar la formación de los espermatozoides. Entre los compartimentos se observa la presencia de tejido conjuntivo (Bozzo *et al.*, 2015).

3.4.2.4 Manto

Está recubierto por un epitelio ciliado con células mucosas y en la zona interna se localiza el tejido conjuntivo alveolar y haces de fibras musculares (Bozzo *et al.*, 2015).

3.4.2.5 Glándula digestiva

Presenta un aspecto glandular tubular ramificado. Presenta numerosos túbulos digestivos, separados por tejido conjuntivo alveolar (Bozzo *et al.*, 2015).

3.4.2.6 Intestino

Presenta epitelio ciliado que descansa sobre una lámina basal (lb), en la zona apical del epitelio se observan los cilios. Los túbulos digestivos de la glándula digestiva se localizan alrededor del intestino (Bozzo *et al.*, 2015).

3.4.2.7 Riñones o Nefridios

Conformado por los túbulos renales que a su vez están formados por un epitelio de células con aspecto alveolar (Bozzo *et al.*, 2015).

3.5 SISTEMA INMUNE DE MOLUSCOS

Los moluscos bivalvos tienen mecanismos de defensa muy sofisticados, de los cuales se conoce solo algunos. En ese sentido juegan un papel importante los hemocitos, que emigran desde los vasos hemolinfáticos y se dirigen por el tejido conjuntivo hasta llegar a los focos infecciosos. Existen reacciones inflamatorias como la fagocitosis, formación de una cubierta hemocítica y procesos de encapsulación (Bozzo *et al.*, 2015).

El sistema inmune está provisto por barreras físicas como el mucus y la propia concha, así como el sistema inmune innato celular y humoral (Moreira, 2015).

3.5.1 Inmunidad celular

Esta respuesta está directamente relacionada con los hemocitos, los cuales tiene como función eliminar las células o partículas extrañas mediante la fagocitosis o por medio de las enzimas liberadas por los lisosomas. Los hemocitos también tienen como función: formación de agregados para atrapar a las partículas no propias, la producción y regulación de los factores humorales (Ratcliffe, Rowley, Fitzgerald y Rhodes, 1985) o el aislamiento del patógeno mediante encapsulación (Feng, 1988).

3.5.2 Inmunidad humoral

Conformado por proteínas o glicoproteínas que se encuentran la linfa o en los propios hemocitos (Moreira, 2015). Sus principales componentes son:

3.5.2.1 Lisozima

Enzimas liberadas en respuesta a infecciones de tipo bacteriana (Zhao *et al.*, 2010)

3.5.2.2 Lectinas

Proteínas de unión a carbohidratos y que tienen capacidad de opsonización y aglutinación, también favorecen a la fagocitosis y activación del complemento (Humphries y Yoshino, 2003).

3.5.2.3 Proteínas de choque térmico

Son sintetizadas como respuesta a factores de estrés y es posible que modulen la apoptosis y afecten la transcripción de genes involucrados en la respuesta inmunitaria (Parcellier, Gurbuxani, Schmitt, Solary y Garrido, 2003; Guo *et al.*, 2009).

3.5.2.4 Sistema profenol-oxidasa

Relacionado a la fagocitosis, encapsulación y producción de factores líticos. (Cerenius, Lee y Söderhäll, 2008).

3.5.2.5 Péptidos antimicrobianos

Proteínas pequeñas con un papel clave en la inmunidad innata. Alteran la permeabilidad de la membrana de los agentes patógenos, causando la lisis de sus células. 4 grupos de péptidos antimicrobianos en bivalvos: defensinas, mitilinas, mitimicinas y miticinas (Li, Parisi, Parrinello, Cammarata y Roch, 2011). Se han descrito otros nuevos grupos de péptidos antimicrobianos: grandes defensinas, mitimacinas (Gerdol, De Moro, Manfrin, Venier y Pallavicini, 2012), miticusinas (Liao, Wang, Liu, Fan, Sun y Shen, 2013) y mitiquitinas (Qin *et al.*, 2014).

36 ENFERMEDADES DE MOLUSCOS BIVALVOS Y ANTECEDENTES

Los bivalvos son afectados por bacterias, virus, clamidias, fases larvarias de tremátodos y protozoos, así como adultos de copépodos. Los órganos preferidos

para infectar son: el tracto digestivo, las branquias, la glándula hepatopancreática, las gónadas y musculatura (Bozzo *et al.*, 2015).

Es importante describir que existen moluscos muy parasitados pero que macroscópicamente presentan un aspecto normal por lo cual es necesaria una observación vital al microscopio de una pequeña sección de los órganos para poder notar la presencia de los parásitos y las alteraciones tisulares que ha provocado (Bozzo *et al.*, 2015).

La investigación en enfermedades de moluscos ha estado enfocada principalmente a los estudios de morfología del patógeno y su ultraestructura, los efectos de factores medioambientales sobre los patógenos y su infectividad, así como en el desarrollo de técnicas de diagnóstico basadas en biología molecular.

Uno de los principales desafíos a los que se enfrenta el cultivo de moluscos bivalvos es el control y prevención de enfermedades. En cultivos intensivos es donde se encuentran animales más susceptibles, estos moluscos suelen estar más expuestos a la aparición y desarrollo de diferentes enfermedades debido al aumento en las densidades y al estrés generado que provoca una rápida transmisión del agente (Figueras y Novoa, 2011). La mayoría de las enfermedades de moluscos de reporte obligatorio son enfermedades causadas por protozoos (Figueras y Novoa, 2011).

Con el fin de controlar la presentación de los distintos patógenos de declaración obligatoria se llevan a cabo programas de monitoreo basados en diversas técnicas de diagnóstico aprobadas por la OIE (Figueras y Novoa, 2011).

Las enfermedades de moluscos bivalvos se han estudiado tradicionalmente empleando citología e histología, las cuales han sido muy buenas para detectar posibles patógenos, específicamente los parásitos protozoos asociados a

mortalidades o alteraciones en la población afectada a su vez también permite detectar lesiones y la interacción del patógeno con el sistema inmune (Figueras y Novoa, 2011).

3.7 PRINCIPALES ENFERMEDADES DE MOLUSCOS BIVALVOS

3.7.1 Enfermedades Bacterianas

Uno de los grandes problemas que causan gran daño a la acuicultura de moluscos bivalvos son los repetidos casos de mortalidad, muchos de estos casos se deben a agentes bacterianos, destacando entre ellos a miembros del género *Vibrio* (Figueras y Novoa, 2011).

3.7.1.1 Infecciones por bacterias del género *Vibrio*

Este género bacteriano incluye a muchos de los patógenos de acuicultura marina. Este agente microbiano está relacionado a los problemas en cultivos larvarios de bivalvos.

Los signos que se observan son distención y desprendimiento del manto, así como la aparición de estrías en el cuerpo, ocasionando mortalidad por encima del 70%.

La enfermedad se manifiesta a las 4 – 5 horas post infección, con signos clínicos como: reducción de la movilidad y tendencia a permanecer quiescentes, con el velo extendido, recibe el nombre de necrosis bacilar. A las 8 horas se observa muerte con necrosis granular en los individuos (Figueras y Novoa, 2011).

La especie *V. alginolyticus* ha sido identificada como responsable de provocar mortalidad en *Nodipecten subnodosus*, *Atrina Maura* (Luna-Gonzales y Maeda-Martínez, 2004) y *Ruditapeus decussatus* (Gomez-León, Villamil, Lemos, Novoay y Figueras, 2005).

La especie *V. angillarum* se considera patógena para *Argopecten purpuratus* (Riquelme, Hayashida, Toranzo, Vilches y Chávez, 1995) mientras *V. splendidus* han sido descrito como patógeno de *Crasostrea virginica* (Sugumar, Nakai, Hirata, Matsubaray y Muroga, 1998) y *Ruditapeus decussatus* (Gomez- León *et al.*, 2005).

3.7.1.2 Infecciones por bacterias del género Pseudomonas

Esta bacteria afecta principalmente al estadio larvario de los moluscos, provocando un desarrollo anormal y mortalidad.

Este agente microbiano se ha aislado con bacterias del género *Vibrio* sp. lo que sugiere la posibilidad de una asociación conjunta, se cree que los que inician la enfermedad son los *Vibrios* sp. y estos permiten el ingreso secundario de bacterias con alta capacidad de metabolizar el sustrato, como son las *Pseudomonas* (Figueras y Novoa, 2011).

3.7.1.3 Infecciones por procariontes de tipo Rickettsia

La presencia de microorganismos procariontes ha sido descrita en diferentes invertebrados acuáticos, haciendo pensar que son los posibles causantes de mortalidad en estos animales, pero durante mucho tiempo ha sido controversial si las infecciones causadas por estos agentes producen un daño significativo o relevante en la salud del hospedador.

En marzo de 1987 ocurrió una mortalidad masiva, de aproximadamente 40%, en la especie *Pecten maximus* en Francia, ese estudio reveló la presencia de infecciones por este agente en las branquias (Le Gall, Chagot, Mialhe y Grizel 1988). Estos microorganismos aparecen formando colonias intracelulares basófilas, pudiendo llegar a causar obstrucción de los vasos sanguíneos (Le Gall *et al.*, 1988).

Estos organismos tipo *Rickettsia* en moluscos son parásitos obligados, forman inclusiones citoplasmáticas, las cuales se pueden observar mediante histología. Se ha observado que también existen inclusiones con carácter eosinófilo e incluso en un mismo hospedador se puede observar inclusiones con ambas tinciones (Meyers, Burreson, Barber y Mann, 1991; Norton, Shepherd, Abdon-Naguit y Lindsay, 1993; Wen, Kou y Chen, 1994). Se sugiere que podría tratarse de diferencias entre especies o una diferencia entre sus estadios (Sun y Wu, 2004). Las rickettsias no matan a las células de su hospedador por producción de toxinas sino por destrucción celular (Winkler, 1990; Romero, Thumbull y Jiménez, 2000), esto se relaciona con los resultados de algunos trabajos realizados con moluscos, los cuales describen células infectadas con estos organismos tipo rickettsiales, así como la ruptura de las células para la liberación de su progenie. (Villalba, Carballal, López, Cabada y Corral, 1999; Figueras y Novoa, 2011).

3.7.2 Enfermedades Virales

Los bivalvos al ser organismos filtradores pueden acumular patógenos, algunos de los cuales pueden ser virus, estos microbios no solo les afectan a ellos también pueden causar daño a otros animales (Figueras y Novoa, 2011).

3.7.2.1 Birnavirus

Los birnavirus infectan a distintas especies, desde vertebrados hasta moluscos e insectos (Delmas *et al.*, 2005). Es un virus con genoma RNA de doble cadena. Los moluscos pueden actuar como reservorios ya que se ha aislado birnavirus de animales aparentemente sanos (Rivas *et al.* 1993), incluso se encontró que los virus se mantienen en los hemocitos durante el período de verano para en invierno replicarse e invadir las células parenquimales (Kitamura, Jung y Suzuki, 2000).

3.7.2.3 Herpesvirus

Es el virus de molusco más estudiado y del cual se ha secuenciado su genoma (Davison, 2005). Los herpesvirus son virus DNA, tienen una forma poligonal y se replican en el núcleo de las células a la que invaden. Estos virus están asociados a mortalidad de larvas de *Crassostrea gigas* en Nueva Zelanda (Hine, Wesley y Hay, 1992) y en Estados Unidos (Burge, Griffin y Friedman, 2006). Se han encontrado tres tipos genéticos distintos de herpesvirus en un estudio patológico llevado en *Crassostrea ariakensis* en Asia (Moss *et al.*, 2007).

Las larvas afectadas por infecciones con estos virus muestran una reducción en la alimentación y el nado, además se observan lesiones en el manto y velo. Las especies adultas no son tan susceptibles a las infecciones por herpesvirus, sin embargo, se cree que podrían actuar como portadores asintomáticos, ya que se ha encontrado la presencia en ostras adultas (Arzul *et al.*, 2002).

3.7.2.4 Iridovirus

Los iridovirus son virus con genoma DNA y presentan forma icosaédrica, están asociados a mortalidades de moluscos bivalvos en varios países, por ejemplo, en Francia, se describió una enfermedad de las branquias causada por el virus de la necrosis branquial (GNV, gill necrosis virus) en *Crassostrea angulata* (Comps, Bonami, Vago y Capillo, 1976; Comps y Bonami 1977, Comps, Herbaut y Fougereuse, 1999). Otra enfermedad relacionada con el iridovirus es: la enfermedad del velo de las larvas (OVVD, oyster velar virus disease) (Figueras y Novoa, 2011).

3.7.3. Enfermedades Parasitarias

3.7.3.1 Perkinsus sp.

El género *Perkinsus*, comprende parásitos protozoarios de moluscos bivalvos marinos, se encuentran distribuidos a nivel mundial en América, África, Europa, Asia y Oceanía, existen especies dentro de este grupo que ocasionan elevadas mortalidades (Figueras y Novoa, 2011).

Existen 7 especies dentro del género: siendo *P. marinus* y *P. olseni*, incluidos en la lista de las especies de reporte obligatorio (OIE, 2017).

Los trofozoítos que se encuentran en el hospedador, cuando este muere, se transforman en hipnoesporas y cuando estas últimas se transfieren al agua de mar se produce la zoosporulación que conduce a la liberación de las zoosporas móviles. Los tres estadios de ciclo de vida (trofozoíto, hipnoespora y zoospora) son capaces de producir infección en moluscos sanos (Figueras y Novoa, 2011).

Los métodos de diagnóstico disponible incluyen a la histología, incubación en caldo tioglicolato y técnicas moleculares (Figueras y Novoa, 2011).

3.7.3.2 Bonamia sp.

Los parásitos del género *Bonamia* agrupan a parásitos protozoarios que infectan a varias especies de ostras. Parte de su ciclo de vida incluye a células uninucleadas de pequeño tamaño, llamadas microcélulas, que invaden y proliferan en los hemocitos de los moluscos, lo que ocasiona ruptura de estos y liberación de los parásitos los cuales son nuevamente fagocitados por otros hemocitos (Figueras y Novoa, 2011).

Bonamia ostreae es el agente patógeno que infecta a diversas especies de ostras como: *Ostrea chilensis*, *Ostrea pulchellana*, *Ostrea angasi*, *Ostrea edulis*, causando

grandes mortalidades en la costa atlántica europea y norteamericana (Figueras y Novoa, 2011).

Este parásito es diagnosticado mediante histología, el cual es observado como una inclusión citoplasmática con un diámetro de 1 – 3 μm (Figueras y Novoa, 2011).

3.7.3.3 Phylum Paramyxea

Los parásitos de moluscos bivalvos que pertenecen al Phylum Paramyxea se encuentran en el grupo de parásitos de importancia a nivel mundial. Dentro de este gran grupo se incluye a dos géneros que afectan a los moluscos: género *Marteilia* y el género *Marteiloides*. Los parásitos más estudiados son: *Marteilia refringens* y *Marteilia sydneyi* (Figueras y Novoa, 2011).

Marteilia sydneyi es la responsable de la enfermedad QX en la ostra *Saccostrea glomerata* mientras *Marteilia refringens* es el agente que provoca altas mortalidades en la ostra plana, *Ostrea edulis* (Figueras y Novoa, 2011). Este parásito ha causado grandes mortalidades conllevando a pérdidas económicas importantes en la acuicultura, por eso en la actualidad es un patógeno de declaración obligatoria listado por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE, 2017).

Marteiloides branchialis fue descubierta en Australia en *Saccostrea glomerata* (Anderson, Adlard y Lester, 1992), este parásito causa lesiones focales, provocando reducción del crecimiento y en algunos casos mortalidad.

En cuanto al diagnóstico, son parásitos de fácil reconocimiento mediante histología o citología. Sin embargo, se pueden usar técnicas moleculares para distinguir las especies. Para el correcto diagnóstico de estos parásitos se recomienda uso de técnicas de control y vigilancia (OIE, 2017).

3.7.3.5 Enfermedad causada por Metazoos

Los metazoos que causan daños en los bivalvos cultivados son muy diversos, se incluye desde poliquetos hasta helmintos tremátodos.

3.7.3.5.1 Poliquetos

Este grupo está formado por anélidos que viven en ambientes marinos. La principal familia que afecta a los bivalvos es la Spionidae, y dentro de esta familia los principales géneros son: *Polydora*, *Dipolydora* y *Bocardia*. Estas especies tienen la capacidad de perforar sustratos calcáreos como las valvas de los moluscos (Martin y Britayev, 1998). Poseen una distribución mundial en zonas costeras, aunque algunas especies están ubicadas solo en algunas áreas (Rohde, 2005). Muchos moluscos bivalvos han sido encontrados afectados por estos polidóridos entre ellos: *Crassostrea* spp., *Ostrea* spp., *Saccostrea* comerciales, *Tioestrea chilensis*, *Mytilus edulis*, *Ruditapes phillinarum*, *Chione* spp., *Mesodesma donacium*, *Mulinia* sp. *Patinopecten yessoensis*, *Crassedoma giganteum*, *Placopecten magellanicus*, *Argopecten purpuratus* y *Aquipecten tehuelchus*. (Boscolo y Giovanardi, 2002; Bower y McGladerry, 1994; Cáceres-Martínez, Tinoco, Unzueta-Bustamante y Gómez-Humaran, 1999; Ciocco, 1990; Lauckner, 1983; Murina y Solonchenko, 1991; Oliva y Sánchez, 2005; Radashevsky, Lanay y Nalesso, 2006).

La mayoría de las infecciones causadas por este tipo de parásitos no causan gran daño, especialmente cuando la intensidad es baja y las perforaciones solo se encuentran a nivel valvar. (Figueras y Novoa, 2011). En algunos casos los problemas son más severos, en Europa se ha registrado en mejillones: mortalidades, bajo índice de condición, así como la pérdida de su valor comercial por

infestaciones con *Polydora calcarea* (Bower y Mc Gladdery, 1994; Lauckner, 1983).

3.7.3.5.2 Turbelarios

Conocidos como planarias, son un grupo de animales que pertenecen al filo platelminto. Las especies que se han encontrado en moluscos bivalvos son de la familia Urastomidae y Graffilidae (Lauckner, 1983; Rohde, 2005). Los turbelarios habitan principalmente el tracto digestivo y las branquias de especies de importancia comercial como: *Crassostrea virginica*, *Crassostrea gigas*, *Ostrea edulis*, así como también pectínidos, mejillones y almejas. (Bower y Mc Gladery, 1994).

Urastoma cyprinae es uno de los parásitos más reportados en branquias de estos animales marinos (Rohde, 2005). Si bien antes se consideraba a este parásito como un comensal inofensivo, investigaciones posteriores demostraron que es un patógeno, el área de branquias afectadas por *U. cyprinae* muestra necrosis, infiltración hemocítica, reducción del espacio entre las lamelas (Robledo, Cáceres-Martínez, Sluys y Figueras, 1994).

3.7.3.5.3 Cestodos larvales

Estos estadios de cestodos han sido reportados en muchos invertebrados marinos, así como en peces provenientes de diferentes lugares del mundo. Los adultos frecuentemente se encuentran en elasmobranquios. Se conoce muy poco de los ciclos de vida de estos parásitos, pero se cree que actuarían como hospedador intermediario (Figueras y Novoa, 2011). Las larvas de cestodos que parasitan a bivalvos se encuentran en diversas partes del mundo, pero con mayor frecuencia en aguas cálidas, esto debido a que los elasmobranquios, hospederos definitivos,

habitan en estos ambientes (Lauckner, 1983). La mayoría de estudios solo han descrito la presencia de los cestodos, pero no han investigado acerca de la patología que ocasionan (Figueras y Novoa, 2011).

3.7.3.5.4 Tremátodos digeneos

Los digeneos en estadio larval son los parásitos metazoos más importantes de los moluscos bivalvos debido a que son capaces de provocar severos daños. Los moluscos pueden ser primeros o segundos hospederos intermediarios. En el caso que actúen como primeros hospederos intermediarios se encontrarán los estadios de los tremátodos que se reproducen asexualmente, como es el caso de los esporocistos. La infección en estos casos conlleva a la muerte debido a que los esporocistos dañan tejidos del hospedador como gónadas (Figueras y Novoa, 2011). Si su papel dentro del ciclo evolutivo es ser segundo hospedero intermediario albergarán metacercarias que usualmente se encuentran enquistadas. La patología que causa depende del parásito y del hospedador, así como de la intensidad parasitaria (Figueras y Novoa, 2011). El grado de infección de estos agentes patógenos está relacionado con las especies, el ambiente y la estación. Un factor determinante para la transmisión de estos parásitos es la presencia de los hospederos definitivos que pueden ser peces o aves marinas (Galaktionov y Dobovolskij, 2003; Rohde, 2005).

Los principales digeneos son los de la familia Gymnophallidae, y sus metacercarias suelen presentarse en mayor número y con mayores prevalencias que las de otras familias. La prevalencia e intensidad está relacionada a la edad de los bivalvos (Cremonte, 1999).

Algunas metacercarias tienen importancia en la salud pública. En Corea existe una zoonosis provocada por el consumo de ostras crudas infectadas con metacercarias de parásitos pertenecientes a la familia Gymnophallidae (Lee, Chai y Hong, 1993; Lee, Sohn, Wong, Hun y Seo, 1996).

3.7.3.5.5 Nematodos larvales

Estos tipos de parásitos son un grupo muy numeroso y variado, pero no son encontrados frecuentemente en moluscos bivalvos. Unas pocas especies de Ascaridoidea y Spirurida utilizan a estos organismos como hospederos intermediarios. Dentro de los Ascaridoidea, *Sulcascaaris sulcata* es la única especie reportada en moluscos bivalvos (Figueiras y Novoa, 2011). Este parásito se encuentra distribuido en aguas cálidas, y su estadio adulto parasita el estómago de las tortugas *Caretta caretta* y *Chelonia mydas*, las cuales adquieren el parásito cuando consumen los moluscos bivalvos contaminados (Anderson, 2000). Con respecto al grupo de Spirurida, los estadios larvales del género *Echinocephalus* sp. se han encontrado en: *Crassostrea gigas*, *Amusium balloti* y abalones, el estadio adulto parasita elasmobranquios los cuales adquieren los parásitos cuando consumen a los moluscos infectados (Figueiras y Novoa, 2011).

3.8 ESTADO SANITARIO DE MOLUSCOS BIVALVOS

El Estado, a través del Servicio Nacional de Sanidad (SANIPES), es la autoridad competente en el tema sanitario y el ente encargado de evaluar la calidad de los productos pesqueros derivados de la acuicultura. Es así que en el 2004 se aprueba la “Norma Sanitaria de Moluscos Bivalvos Vivos” con el decreto supremo N°07-2004. El cual tiene por objetivo regular las condiciones y requisitos de seguridad sanitaria y de calidad que deben reunir los moluscos bivalvos destinados

directamente al comercio o a su procesamiento para consumo humano, incluyendo los requisitos para las áreas de extracción o recolección y para las concesiones acuícolas (DECRETO SUPREMO N° 07-2004-PRODUCE)

Hasta la actualidad en el país no se han publicado estudios del estado sanitario de los moluscos bivalvos. En países desarrollados existen programas de control y vigilancia de las enfermedades propias de moluscos, que en su mayoría son enfermedades de origen parasitarios. La OIE recomienda realizar estudio de brotes o procedimientos de vigilancias de enfermedades en los moluscos para tener información zoonositaria significativa de los animales acuáticos (OIE, 2017).

IV. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Se conoce poco del estatus sanitario de las conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*), que son moluscos cultivados en zonas del litoral peruano y vendidos no solo a nivel nacional sino también internacional, es por ello que es necesario conocer los agentes parasitarios y las lesiones histopatológicas ocasionadas por estos agentes con el fin de establecer programas de prevención y control de enfermedades en los centros de cultivos evitando las pérdidas económicas causadas por efectos de alguna infección en esta especie acuícola y posibles restricciones comerciales al ser algunos de estos agentes parasitarios de reporte obligatorio ante la OIE.

V. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

5.1 OBJETIVO GENERAL

Detectar los agentes parasitarios y describir las lesiones histopatológicas en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedentes de Áncash-Perú en periodo de verano e invierno.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Detectar la presencia de los agentes parasitarios presentes en la concha de abanico procedente de ambientes naturales y centros de producción en el periodo de verano e invierno mediante histología.

Caracterizar todas las lesiones presentes en la concha de abanico procedente de ambientes naturales y centros de producción en el periodo de verano e invierno mediante histología.

Comparar la prevalencia de los parásitos y las lesiones encontradas entre la estación de verano y la estación de invierno.

Comparar la prevalencia de los parásitos y las lesiones encontradas entre población de ambientes naturales y los de producción.

VI. METODOLOGÍA

6.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

El presente estudio es de tipo longitudinal analítico, cuyas variables independientes vienen a ser factores asociados a la presencia de parásitos y lesiones como: el período de estación y la procedencia. La variable dependiente es la frecuencia de parásitos y lesiones en las conchas de abanico.

6.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Este estudio se desarrolló utilizando muestras de conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*) de vida libre, así como los de producción, ambos grupos provenían de la bahía de Samanco en la ciudad de Chimbote, Región Áncash en Perú.

Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de Histología y Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Se muestrearon 90 moluscos de la especie concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) por grupo, considerando 4 grupos (conchas de abanico de Ambiente natural en Verano, conchas de abanico de Ambiente natural en Invierno, conchas de abanico de Producción en Verano y conchas de abanico en Invierno), resultando en total 360 animales.

El tamaño de muestra por grupo se basó en una frecuencia de 50% de casos esperados, como escenario conservador, un nivel de confianza de 95% y un error aceptado del 10%.

6.3 PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS

6.3.1 Toma de muestra

Los moluscos procedentes de Áncash fueron recolectados sin distinguir individuos clínicamente enfermos de individuos sanos de los dos grupos, el primero proveniente de centros productivos y el otro de animales de vida libre, se realizó la colección de los especímenes tomando en cuenta la estacionalidad de verano (enero, febrero y marzo) e invierno (junio, julio y agosto) del año 2017. En general podemos decir que a lo largo de la costa se presenta pocas precipitaciones, por lo que se decidió separar a los animales en dos grupos con respecto a la temperatura (verano e invierno) y no a la presencia de lluvia (época seca y época húmeda). (SENAMHI, 2018). Para el muestreo de animales de zonas de producción, se tomó animales de linternas provenientes de 3 empresas dedicadas al cultivo de concha de abanico, en el caso de los animales silvestres, estos fueron extraídos de su medio natural mediante buceo.

Hubo diferencia en las tallas encontradas en los dos grupos de procedencia, los animales de producción presentaron tallas más uniformes, con un rango de 59 mm -77 mm, en el caso de los animales de medio natural hubo una desuniformidad notoria presentando un rango que va de 42mm a 90 mm. Esto es debido a que los centros de producción manejan animales promedio los cuales cumplen con ciertas medidas biométricas como talla y peso, esto no ocurre en el medio natural, en el cual los animales tienen tallas y pesos diferentes entre sí.

Los animales cuanto antes de ser extraídos del agua, para evitar la descomposición del tejido, fueron conservados en cajas de poliestireno que contenían packs de hielo, estas cajas se encontraban bien rotuladas y completamente cerradas para proteger a los moluscos del ingreso del sol y el viento evitando así la deshidratación (OIE, 2017). Las muestras fueron transportadas al laboratorio de Parasitología e histopatología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

6.4.2 Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua

Se evaluó el factor medioambiental determinando 4 propiedades fisicoquímicas del agua como: temperatura, pH, oxígeno y salinidad. Se utilizó el equipo multiparámetro portátil Hanna Hi 9828 para la evaluación en todos los meses en los cuales se muestreó a las conchas de abanico; es decir en enero, febrero y marzo (temporada de verano) y junio, julio y agosto (temporada de invierno).

6.3.3 Determinación de la biometría

Con objetivo de determinar diferencias en las medidas biométricas de la concha de abanico se tomaron en cuenta la procedencia (banco natural y producción), la estación (verano e invierno) así como la presencia de parásitos. Se estimaron el peso total (PT) (incluyendo las valvas), el peso solo de los órganos, la altura valvar (L) y el factor de condición (K). Para determinar la altura valvar se utilizó el vernier y para los pesos se usó una balanza sensible en gramos. El factor de condición o la condición de Fulton (K) se halló usando la relación entre el peso y la longitud (Froese, 2006).

$$K = \frac{PT}{L^3} \times 100$$

Donde (PT) representa: Peso total, (L) representa: altura valvar.

6.3.4 Evaluación Macroscópica

Se evaluó a nivel macroscópico los diferentes órganos en búsqueda de alguna lesión evidente, así como la presencia de parásitos que los afecten. El primer órgano que se observó fue la valva, luego se procedió a abrir cuidadosamente las valvas y observar in situ para finalmente evaluar minuciosamente cada uno de los órganos internos (gónada femenina, gónada masculina, manto, branquias, nefridios y tracto digestivo). Se pudo observar cambio en la coloración de los órganos, branquias erosionadas o sucias, edema, abscesos, malformaciones calcáreas (Howard, Lewis, Keller y Smith, 2004).

6.3.5 Estudio Histopatológico

Se dividió a la muestra en tres partes mediante dos cortes paralelos, donde la región central fue llevada para estudio histopatológico, de esta manera se logra tener una porción de muestra que incluye los órganos internos de moluscos bivalvos del género *Argopecten* sp, esta sección incluye órganos como: gónada femenina, gónada masculina, manto, branquias, nefridios y tracto digestivo; esta técnica es descrita en el libro “Técnicas histológicas para moluscos bivalvos marinos y crustáceos del Centro Nacional de Ciencias del Océano Costero de los Estados Unidos de Norteamérica” (Howard, Lewis, Keller y Smith, 2004).

Todas las muestras fueron puestas en frascos debidamente rotulados que contenían el fijador líquido de Davidson, luego de 24 horas las muestras fueron puestas en alcohol de 50°C hasta su procesamiento (OIE, 2017).

Las muestras fueron procesadas en láminas mediante el método convencional histológico para tejidos fijados. Los cortes tuvieron un grosor de 5 μm y se tiñeron con hematoxilina y eosina (Shaw y Battle, 1957). En las 360 láminas se observó los tejidos mediante el uso del microscopio óptico con un aumento de 40X, 100X y 400X. Se determinó e interpretó las lesiones histopatológicas y finalmente para la obtención de las fotos se usó el programa Leyca mycrosistems.

Las lesiones histopatológicas fueron clasificadas de acuerdo al grado de afección por su extensión en el tejido evaluado presentándose en una escala de grados que va de 1-4 (Reimshuessel, May, Bennet y Lypsky, 1992), con la finalidad de hacer una evaluación más objetiva. Los parámetros tomados en cuenta figuran en la tabla 2.

Tabla 2. Diferencia de grados de lesiones en tejidos según su extensión en la muestra (Reimshuessel *et al.*, 1992).

Grado	Extensión
I (Escaso)	Escasa presencia de lesión, hasta un 25% aproximadamente en toda la muestra estudiada
II (Leve)	Presencia de lesión en más del 25% pero menor del 50% de toda la muestra en estudio
III (Moderado)	Lesiones encontradas en más del 50% pero menores a un 75% de la muestra estudiada
IV (severo)	Afección en más del 75% y llegando incluso al 100% de la muestra en estudio.

Los resultados fueron presentados con el análisis de frecuencia, indicando el porcentaje de cada variable con respecto al total de población analizada y se graficó estos resultados obtenidos en tablas de porcentajes.

La frecuencia fue determinada mediante la fórmula:

$$f = \frac{n^{\circ} \text{ de Animales con } X}{n^{\circ} \text{ total de animales}} \times 100\%$$

Donde (x) representa: Una lesión histopatológica determinada.

6.3.6 Plan de análisis

Con la información obtenida se creó una base de datos para ser usada en el análisis estadístico. Los datos fueron analizados con la prueba estadística de Ji Cuadrado para demostrar si hay asociación entre el lugar de procedencia, lesiones histopatológicas y los agentes parasitarios encontrados, así como también la relación de estos últimos con la estación del año (verano e invierno).

6.3.7 Consideraciones éticas

Se trabajó las muestras con la debida autorización de las concesionarias de conchas de cultivo, a su vez se contempló las normas éticas para la investigación señaladas por el Comité de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

VII. RESULTADOS

7.1 Parámetros fisicoquímicos del agua

Se midieron los parámetros fisicoquímicos en 6 momentos durante los meses de verano (enero, febrero y marzo), en el mes de febrero se obtuvo la temperatura más alta con 25.76 °C y la mayor cantidad de oxígeno disuelto se encontró en el mes de enero, el cual fue: 8.71 ml/L (Tabla 3).

Tabla 3. Evaluación Mensual de los parámetros fisicoquímicos del agua de la bahía de Casma en Áncash-Perú evaluados en la temporada de verano.

Estación	Mes	Número de Medición	Temperatura (°C)	Salinidad (ups)	Promedio pH	Promedio Oxígeno disuelto (ml/L)
Verano	Enero	1	16.85	33.28	8	6.84
		2	16.9	33.29	8.08	6.91
		3	21.83	33.27	8.27	8.54
		4	21.54	33.24	8.25	8.71
		5	16.93	33.20	7.97	4.3
		6	20.8	33.24	8.3	8.67
	Febrero	1	25.01	33.29	7.74	5.16
		2	25.22	33.22	8.25	5.32
		3	24.54	33.33	7.77	5.21
		4	25.76	33.25	8.22	6.4
		5	24.8	33.27	8.26	5.61
		6	25.22	33.25	8.3	5.81
	Marzo	1	16.85	33.28	8	6.84
		2	24.41	33.12	8.13	6.54
		3	24.41	33.12	8.13	6.54
		4	26	32.98	8.36	7.43
		5	25.51	33.01	8.36	7.23
		6	25.3	33	8.25	7.1

Para el caso de los meses de verano (junio, julio y agosto) también se midieron los parámetros fisicoquímicos en 6 momentos, se obtuvo la temperatura más baja con 17.67 °C en el mes de agosto y la mayor cantidad de oxígeno disuelto se encontró también en el mes de agosto, el cual fue: 11.38 ml/L (Tabla 4).

Tabla 4. Evaluación Mensual de los parámetros fisicoquímicos del agua de la bahía de Casma en Áncash-Perú evaluados en la temporada de invierno.

Estación	Mes	Número de Medición	Temperatura (°C)	Salinidad (ups)	Promedio pH	Promedio Oxígeno disuelto (ml/L)
Invierno	Junio	1	19.9	35.06	8.39	7.69
		2	19.85	35.05	8.41	8.9
		3	19.72	35.04	8.41	9.01
		4	19.63	35.05	8.41	9
		5	19.54	35.04	8.48	9.57
		6	19.35	35.08	8.35	7.08
	Julio	1	19.13	33.25	8.324	7.55
		2	19.36	33.29	8.31	8.06
		3	19.38	33.29	8.45	7.73
		4	18.81	33.28	8.51	9.55
		5	18.5	33.27	8.47	9.6
		6	19.09	33.29	8.49	8.87
	Agosto	1	18.56	33.25	8.18	8.62
		2	18.28	33.26	8.51	8.88
		3	17.77	33.25	8.63	9.19
		4	17.72	33.26	8.51	8.51
		5	17.67	33.24	9.49	11.38
		6	17.72	33.24	9.31	11.25

Para el caso de los promedios se observó la relación inversamente proporcional de la temperatura y el oxígeno disuelto, como se observa en la figura 8, los meses más cálidos (enero, febrero y marzo) presentaron menor cantidad de oxígeno disuelto y en el caso de los meses fríos (junio, julio y agosto) la cantidad de oxígeno disuelto se encontró en mayor cantidad (Tabla 5).

Tabla 5. Promedio y desviación estándar de los parámetros fisicoquímicos del agua de la bahía de Casma en Áncash-Perú evaluados en la temporada de verano e invierno.

Estación	Mes	□ Temperatura (°C)	DE Temperatura (°C)	□ Salinidad (ups)	DE Salinidad (ups)	□ pH	DE pH	□ Oxígeno disuelto (ml/L)	DE Oxígeno disuelto (ml/L)
Verano	Enero	19.14	2.45	33.25	0.03	8.14	0.14	7.32	1.71
	Febrero	25.09	0.41	33.26	0.03	8.09	0.26	5.58	0.47
	Marzo	23.74	3.43	33.08	0.11	8.20	0.14	6.94	0.36
Invierno	Junio	19.66	0.20	35.05	0.01	8.40	0.04	8.54	0.94
	Julio	19.04	0.33	33.27	0.01	8.42	0.08	8.56	0.90
	Agosto	17.95	0.37	33.25	0.008	8.77	0.51	9.63	1.32

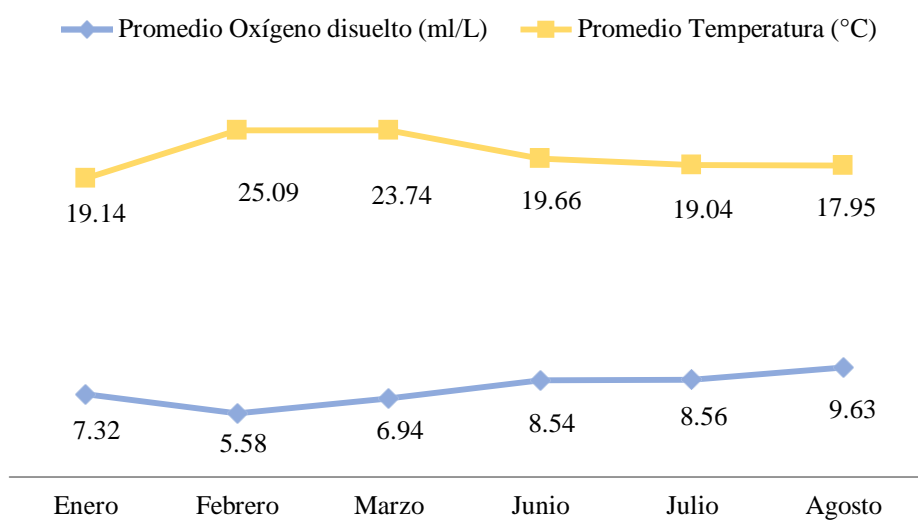


Figura 8. Relación de la Temperatura y el oxígeno disuelto en los meses de verano e invierno del agua de la bahía de Casma en Áncash-Perú

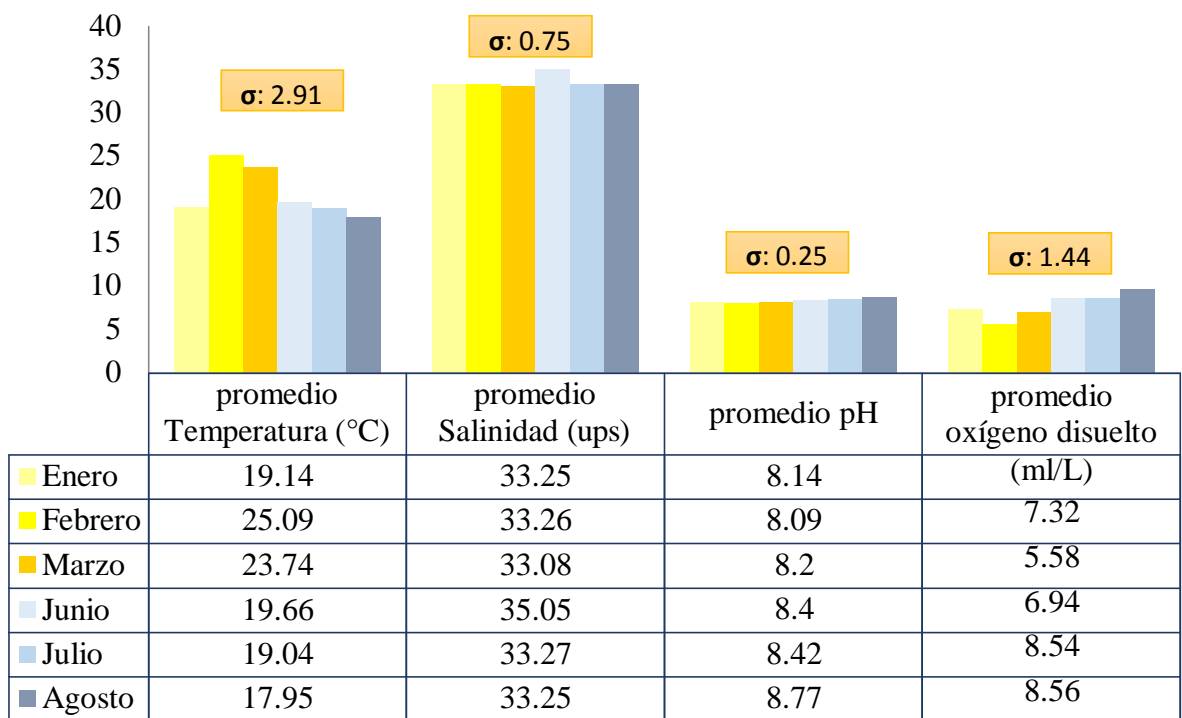


Figura 9. Promedio y desviación estándar de los parámetros fisicoquímicos en todos los meses.

7.2 Biométricos

Hubo diferencia en las tallas encontradas en los dos grupos de procedencia, los animales de producción presentaron tallas más uniformes, con un rango de 59 mm -77 mm, en el caso de los animales de medio natural hubo una desuniformidad notoria presentando un rango que va de 42mm a 90 mm. Esto es debido a que los centros de producción manejan animales promedio los cuales cumplen con ciertas medidas biométricas como talla y peso, esto no ocurre en el medio natural, en el cual los animales tienen tallas y pesos diferentes entre sí.

Con respecto al promedio de los datos biométricos de las conchas de abanico se observa que los individuos más grandes y más pesados se obtuvieron del grupo proveniente de Producción en la estación de Invierno y en su contraparte se

encontró moluscos bivalvos más pequeños y menos pesados en el grupo de Ambiente natural de la estación de Invierno (Tabla 6). El factor de condición el cual es un dato importante, ya que permite relacionar el tamaño y peso de los individuos, mostró que el grupo proveniente de Ambiente natural en estación de invierno, el cual tenía como promedio menor tamaño tenía una mejor condición (Figura 9).

Tabla 6. Promedio de datos biométricos de las conchas de abanico de Áncash-Perú tomando en cuenta el lugar de procedencia (Ambiente natural y Producción), así como la temporada (Verano e Invierno).

Grupo de conchas de abanico	peso neto (gr)	DE peso neto (gr)	peso órganos interno (gr)	DE peso órganos interno (gr)	\bar{X} altura valvar (mm)	DE altura valvar (mm)	\bar{X} FC	DE FC
Verano - Producción	48.96	4.43	21.82	2.49	69.34	0.26	14.77	1.81
Verano - Ambiente natural	42.87	20.76	14.23	6.95	61.13	7.75	17.88	3.36
Invierno - Producción	56.75	9.36	27.20	5.18	68.67	3.80	17.53	2.34
Invierno - Ambiente natural	39.76	8.37	14.17	3.23	58.42	4.22	19.85	2.51

Figura 10. Relación de la altura valvar y el peso total con el Factor de condición (FC) según los diferentes grupos de procedencia.

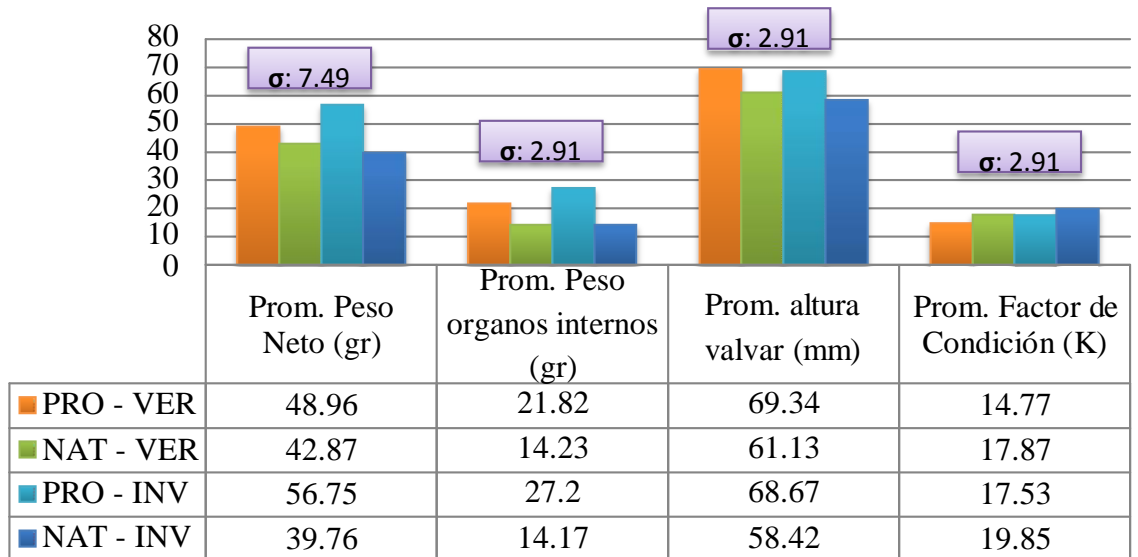
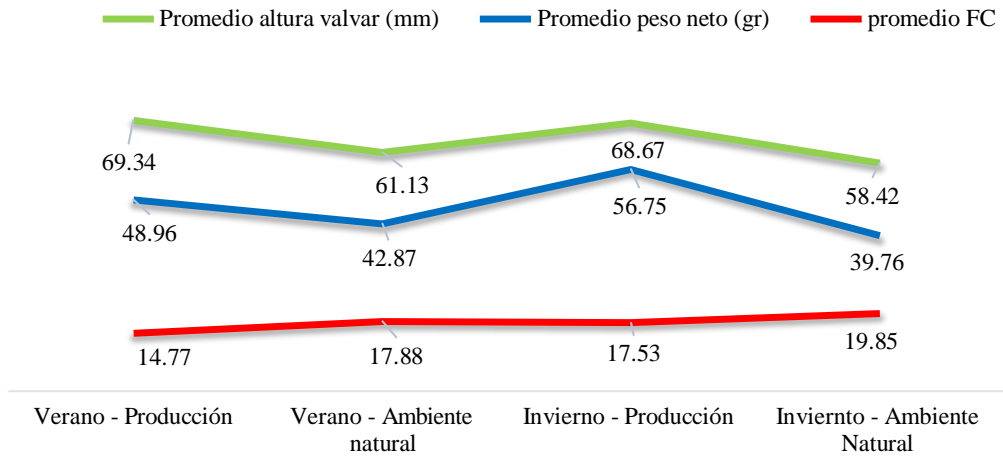


Figura 11. Relación de la altura valvar y el peso total con el Factor de condición (FC) según los diferentes grupos de procedencia.

Se muestra los datos biométricos extremos para tomar en cuenta el rango de los resultados obtenidos en cada grupo muestreado y los datos individuales extremos en cada grupo. De esta manera observamos que el animal más grande y con mayor peso fue encontrado en el grupo de animales de Ambiente natural en Verano, con respecto al caso contrario: el animal más pequeño y con menor peso fue encontrado también en el mismo grupo, es decir en Ambiente natural de Verano (Tabla 7).

Tabla 7. Datos biométricos extremos (mayor y menor) de las conchas de abanico en Áncash-Perú tomando en cuenta el lugar de procedencia (ambiente natural y producción), así como la temporada (verano e invierno).

Grupo de conchas de abanico	Mayor peso neto (gr)	Menor peso neto (gr)	Mayor peso órganos interno (gr)	Menor peso órganos interno (gr)	Mayor altura valvar (mm)	Menor altura valvar (mm)	Mayor FC	Menor FC
Verano - Producción	58.8	38.79	27.29	15.71	77	64	19.6	11.14
Verano - Ambiente natural	141.75	15.27	40.34	5.3	90	42	31.29	12.28
Invierno - Producción	78.2	40.4	42.57	17.3	78	59	24.91	12.71
Invierno - Ambiente natural	63.6	27.46	24.1	9.14	75	51	26.69	10.54

7.3 Observaciones Macroscópicas

A nivel macroscópico se observó un número elevado de *Polydora* sp. en las conchas de abanico de los 4 grupos y sólo un pequeño número de conchas de abanico del grupo de Invierno – Ambiente natural presentó pequeñas manchas blanquecinas en sus órganos internos

Tabla 8. Hallazgos a nivel macroscópico de las conchas de abanico en Áncash-Perú tomando en cuenta el lugar de procedencia (ambiente natural y producción), así como la temporada (verano e invierno).

Observaciones a nivel macroscópico	Verano - Producción	Verano - Ambiente natural	Invierno - Producción	Invierno - Ambiente natural
<i>Polydora</i> sp.	84	90	85	90
<i>Hydroides</i> sp.	3	1	4	3
Perforación en las valvas	0	4	0	3
Pequeñas manchas blanquecinas en gónadas sexuales	0	0	0	3

Con relación a los porcentajes, se encontró que el 100% de las conchas de abanico que provenían de ambientes naturales presentaban *Polydoras* sp. independiente de la estación, en el grupo Invierno – Ambiente natural se presentaron diversos hallazgos como: presencia de *Hydroides* sp., perforación en las valvas y pequeñas manchas blanquecinas (Figura 11), todos con un porcentaje de presentación mínima (Figura 10).

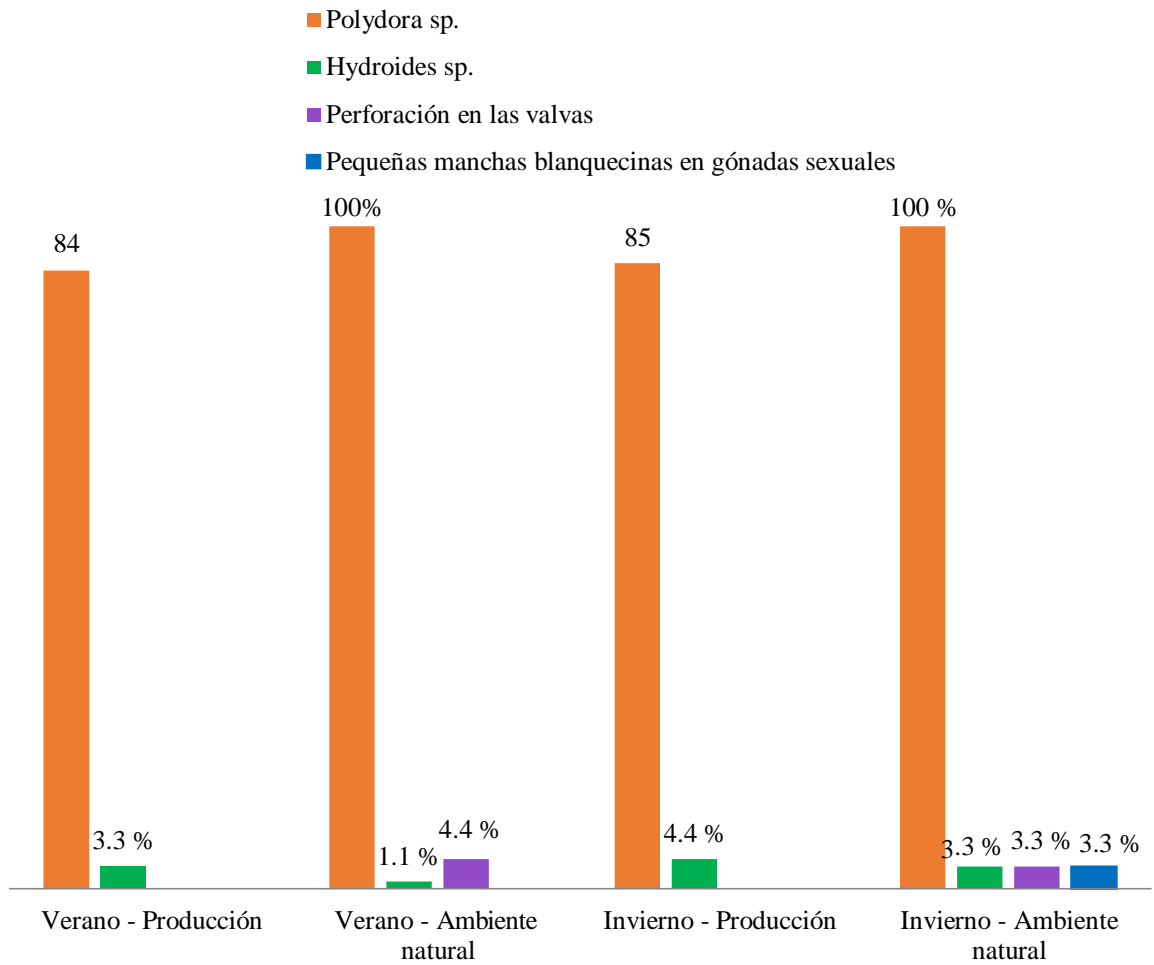


Figura 12. Porcentaje (%) de hallazgos a nivel macroscópico de las conchas de abanico en Áncash-Perú tomando en cuenta el lugar de procedencia (ambiente natural y producción), así como la temporada (verano e invierno)

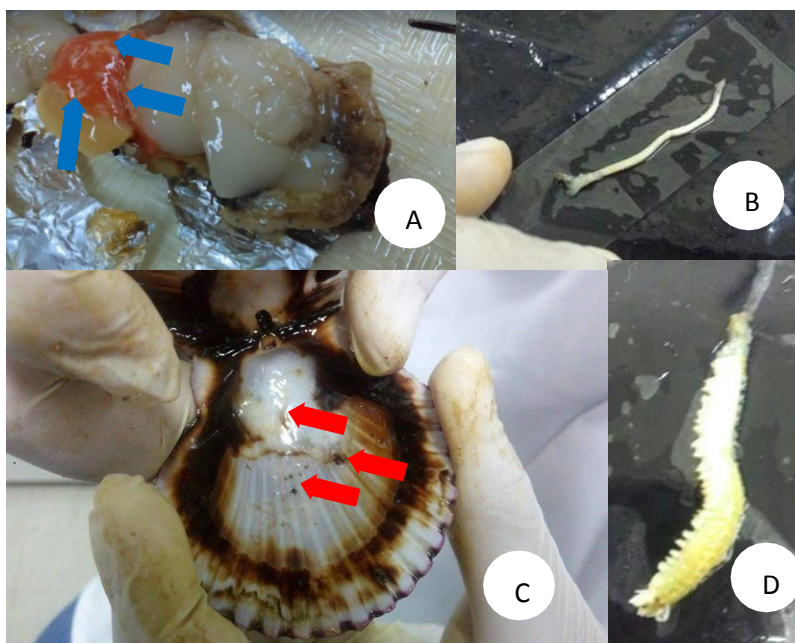


Figura 13. Hallazgos a nivel macroscópico. (A) Manchas blanquecinas en gónadas (8 flechas azules). (B) *Hydroides* sp. encontrado en concha de abanico (*Argopecten purpuratus*). (C) Perforaciones en el interior de las valvas (flechas rojas). (D) *Polydora* sp. extraído de una concha de

7.4 Histopatológicos

7.4.1 Branquias

Con respecto a las branquias de las conchas de abanico, se observa que en los 4 grupos la alteración más frecuente es la infiltración hemocítica y la necrosis (Figuras 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22 y 23), otra alteración observada en todos los grupo fue: La presencia de ooquistes de *Nematopsis* sp. y los RLOs (Organismos tipo rickettsiales) (Figuras 13, 14, 15 y 16), con respecto a la presencia de estos últimos se encontró que el grupo de verano – Producción tenía la mayor prevalencia con respecto a los otros grupos. (Tabla 9, 10, 11 y 12), en este mismo grupo se observó hiperplasia del tejido branquial (Figura 13). También se encontró tremátodos en el grupo de invierno – Ambiente natural (Figura 17).

Tabla 9. Frecuencia de alteraciones histológicas de las branquias y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de verano.

HALLAZGOS ENCONTRADOS BRANQUIAS	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Infiltración hemocítica	17	1	21	42	9	73/90	81.1
<i>Nematopsis</i> sp.	39	40	8	3	0	51/90	56.6
RLOs (Organismo tipo rickettsiales)	68	9	13	0	0	22/90	24.4
Necrosis	29	1	27	27	6	61/90	67.7
Hiperplasia del epitelio branquial	86	1	3	0	0	4/90	4.4

Tabla 10. Frecuencia de alteraciones histológicas de las branquias y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de ambientes naturales de Áncash - Perú en período de verano.

HALLAZGOS ENCONTRADOS BRANQUIAS	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Infiltración hemocítica	7	8	21	48	6	83/90	92.2
RLOs (Organismo tipo rickettsiales)	77	10	3	0	0	13/90	14.4
Necrosis	7	12	32	36	3	83/90	92.2
Células vacuoladas	83	6	1	0	0	7/90	7.7

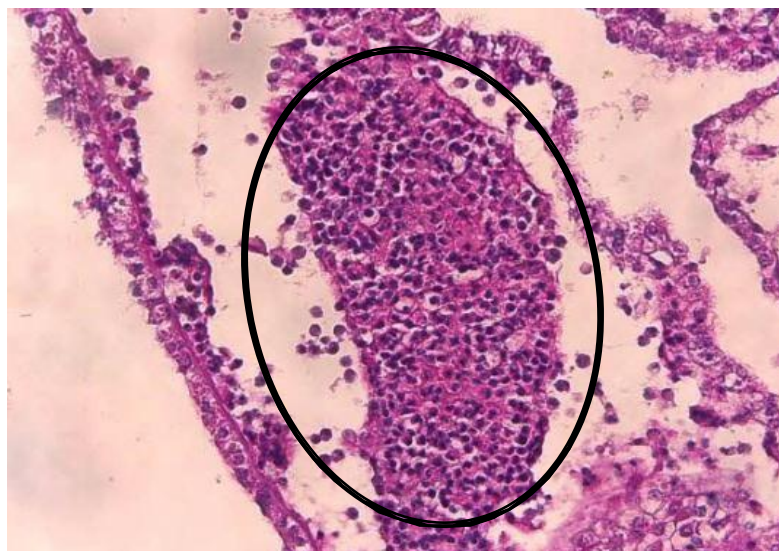
Tabla 11. Frecuencia de alteraciones histológicas de las branquias y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de invierno.

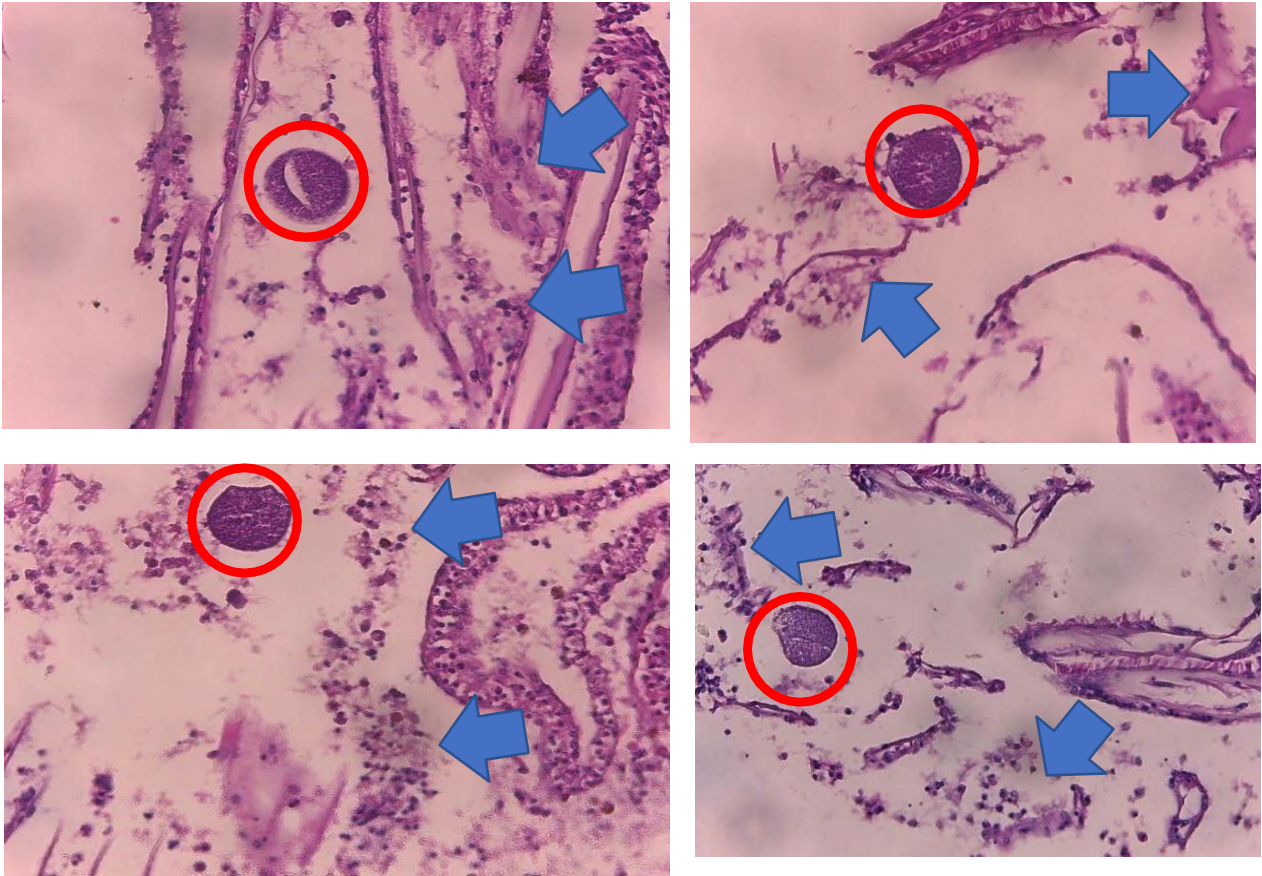
HALLAZGOS ENCONTRADOS BRANQUIAS	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Infiltración hemocítica	19	29	19	23	0	71/90	78.8
<i>Nematopsis</i> sp.	89	1	0	0	0	1/90	1.1
RLOs (Organismo tipo rickettsiales)	85	5	0	0	0	5/90	5.5
Necrosis	19	34	23	14	0	71/90	78.8

Tabla 12. Frecuencia de alteraciones histológicas de las branquias y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de ambientes naturales de Áncash - Perú en período de invierno,

HALLAZGOS ENCONTRADOS BRANQUIAS	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Infiltración hemocítica	8	10	12	59	1	82/90	91.1
RLOs (Organismo tipo rickettsiales)	77	10	3	0	0	13/90	14.4
Necrosis	8	18	27	36	1	82/90	91.1
<i>Nematopsis</i> sp.	80	9	1	0	0	10/90	11.1
Tremátodo	87	3	0	0	0	3/90	3.3

Figura 14. Hiperplasia del epitelio branquial (Círculo negro). H&E 400X.





Figuras 15, 16, 17 y 18 (RLOs) Organismos tipo Rickettsiales en tejido branquial (Círculo rojo). Áreas de necrosis del tejido (Flechas azules). H&E 400X.



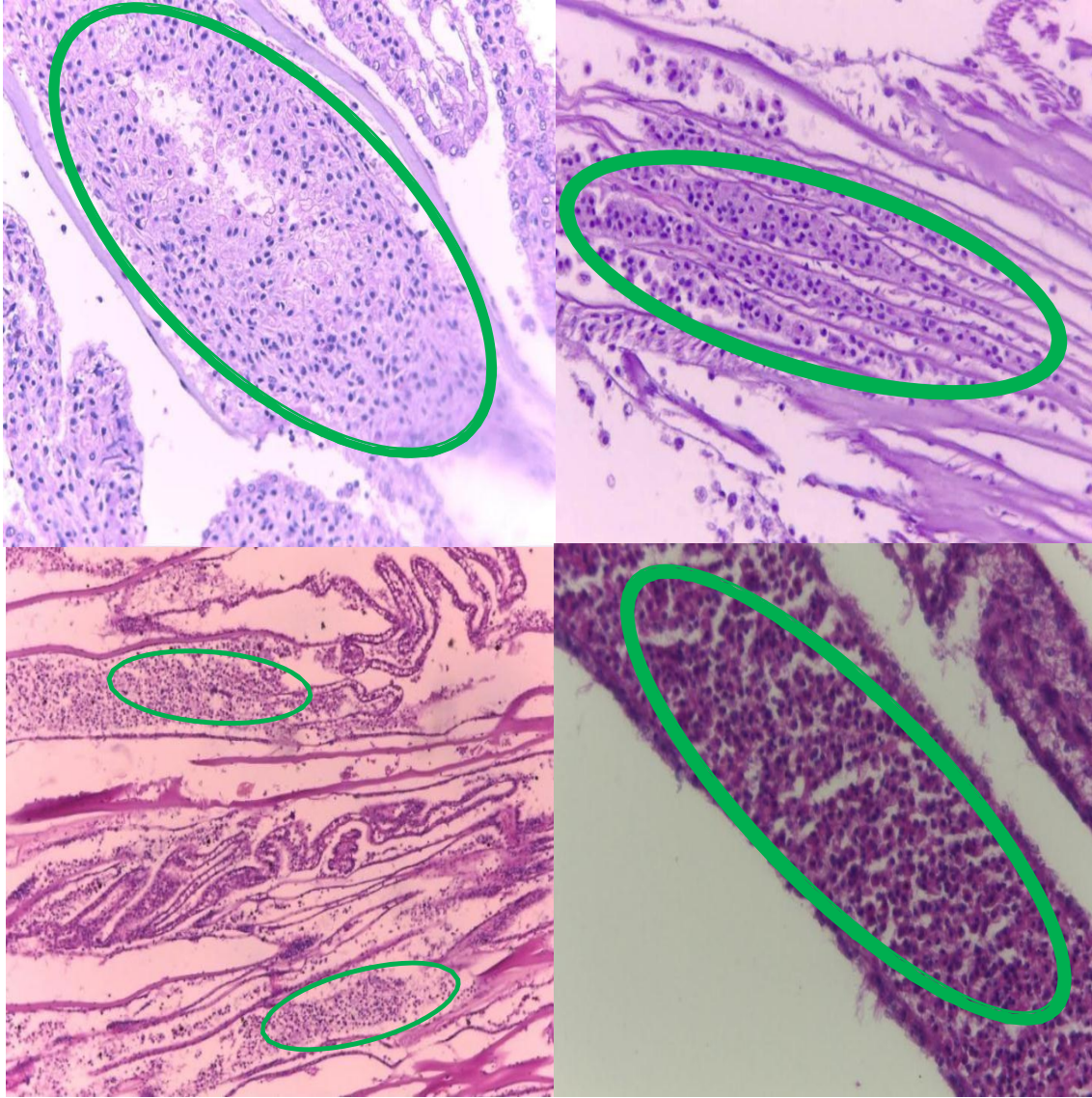
Figura 19. Tremátodo entre los filamentos branquiales (Círculo amarillo). Áreas de necrosis del tejido (Flechas azules). Leve infiltración hemocítica (Círculo verde). H&E 400X.



Figura 20. Infiltración hemocítica (círculos verdes) y RLOs dentro del filamento branquial (Círculo rojo). H&E 400X.

Figura 21. Infiltración hemocítica (círculos verdes), RLOs dentro del filamento branquial (Círculo rojo) y necrosis del epitelio. H&E 400X.





Figuras 22, 23, 24 y 25. Infiltración hemocítica (Círculos verdes). H&E 400X.

7.4.2 Gónada masculina

Con respecto a la gónada masculina, se encontró que el porcentaje de las lesiones fue mínimo (tablas 13, 14 y 16), excepto en el grupo de Invierno - Producción, donde se observó atrofia (Figura 25) en un 15.5% (tabla 15). Otro resultado hallado fue que en los dos grupos de verano (producción y ambiente natural) se encontró necrosis e infiltración hemocítica (Figuras 24 y 26), lesiones que no fueron encontradas en los grupos de invierno.

Tabla 13. Frecuencia de alteraciones histológicas de las gónadas masculinas y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de verano.

HALLAZGOS ENCONTRADOS GÓNADA MASCULINA	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Atrofia	89	0	1	0	0	1/90	1.1
<i>Nematopsis</i> sp.	86	4	0	0	0	4/90	4.4
Necrosis	89	0	1	0	0	1/90	1.1
Infiltración hemocítica	89	0	1	0	0	1/90	1.1

Tabla 14. Frecuencia de alteraciones histológicas de las gónadas masculinas y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de verano.

HALLAZGOS ENCONTRADOS GÓNADA MASCULINA	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Atrofia	87	3	0	0	0	3/90	3.3
Necrosis	86	1	3	0	0	4/90	4.4
Infiltración hemocítica	86	4	0	0	0	4/90	4.4

Tabla 15. Frecuencia de alteraciones histológicas de las gónadas masculinas y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de invierno.

HALLAZGOS ENCONTRADOS GÓNADA MASCULINA	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Atrofia	76	14	0	0	0	14/90	15.5

Tabla 16. Frecuencia de alteraciones histológicas de las gónadas masculinas y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de verano.

HALLAZGOS ENCONTRADOS GÓNADA MASCULINA	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Atrofia	88	2	0	0	0	2/90	2.2

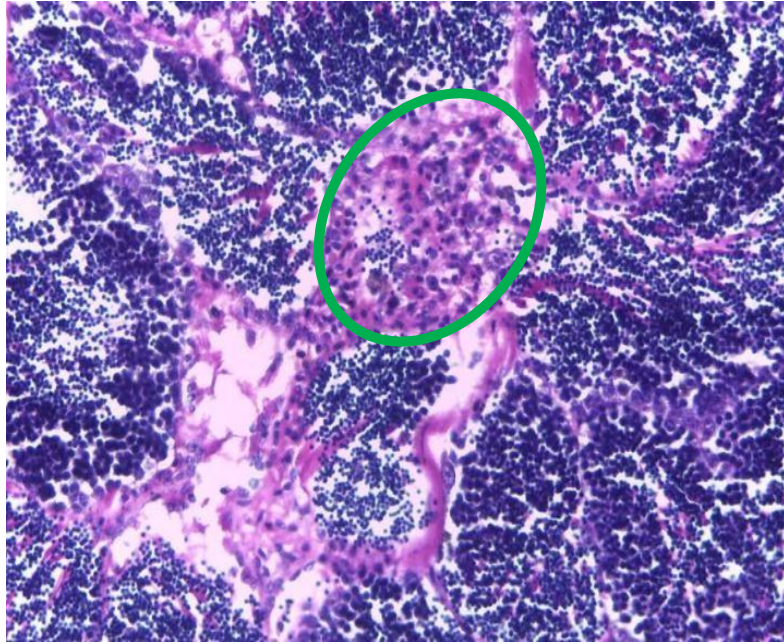
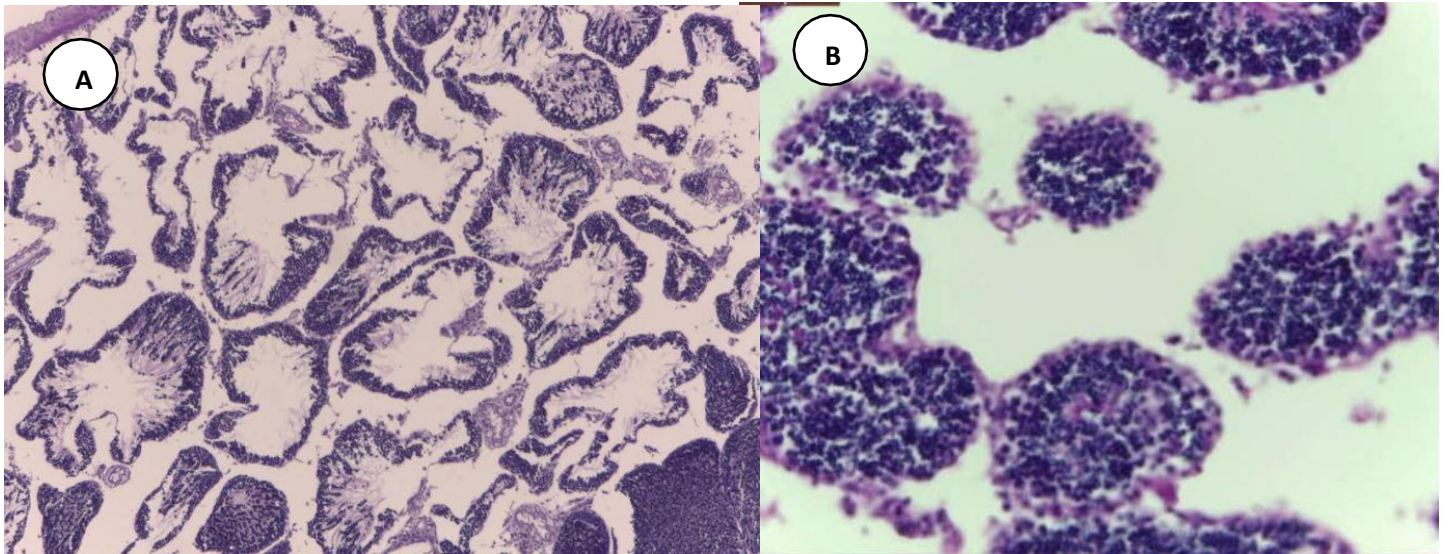


Figura 26. Infiltración hemocítica en Gónada sexual masculina (Círculo verde). H&E 400X.



Figuras 27. Atrofia de la gónada masculina. (Se observan zonas donde no existe tejido). H&E (A) 100X y (B) 400X.

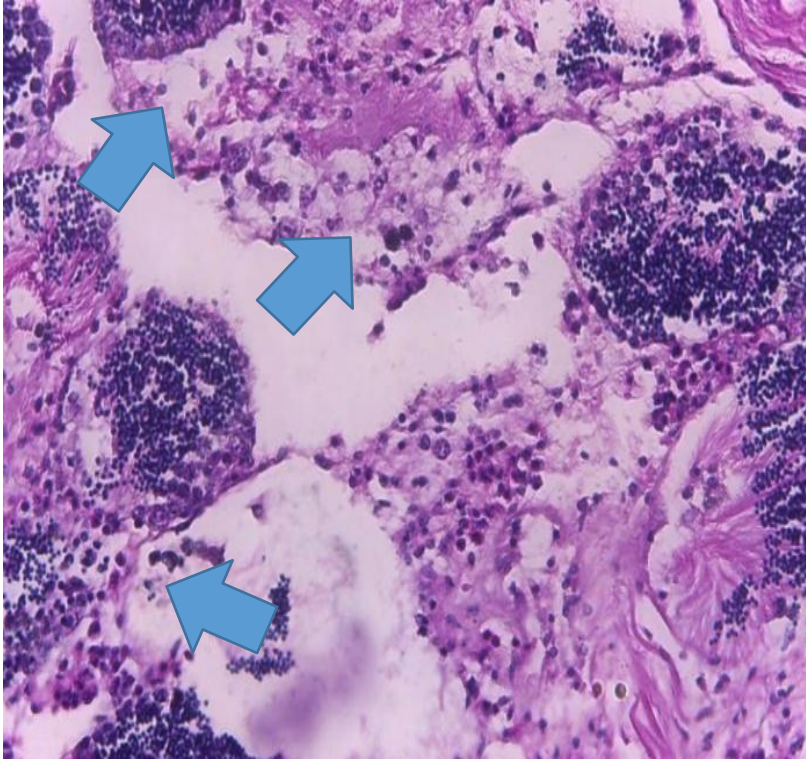


Figura 28. Áreas de Necrosis (flechas azules) en Gónada masculina. H&E 400X.

7.4.3 Gónada femenina

En caso de la gónada femenina se observa que todos los grupos presentan atrofia (Figura 28) (tablas 17, 18, 19 y 20), donde resalta el grupo de Invierno – Producción con un porcentaje de 38.8% (tabla 19). Se observó infiltración hemocítica (Figura 27) y necrosis (Figura 29) en los dos grupos de verano (producción y ambiente natural), al mismo tiempo se encontró tremátodos (Figuras 30 y 31) en ambos grupos que provenían de ambiente natural (verano e invierno).

Tabla 17. Frecuencia de alteraciones histológicas de las gónadas femeninas y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de verano.

HALLAZGOS ENCONTRADOS GÓNADA FEMENIDA	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Atrofia	87	0	3	0	0	3/90	3.3
<i>Nematopsis</i> sp.	86	1	3	0	0	4/90	4.4
Necrosis	89	0	1	0	0	1/90	1.1
Infiltración hemocítica	89	0	1	0	0	1/90	1.1

Tabla 18. Frecuencia de alteraciones histológicas de las gónadas femeninas y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de verano.

HALLAZGOS ENCONTRADOS GÓNADA FEMENIDA	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Atrofia	84	5	0	1	0	6/90	6.6
Necrosis	84	1	1	4	0	6/90	6.6
Tremátodos	89	1	0	0	0	1/90	1.1
Infiltración hemocítica	86	4	0	0	0	4/90	4.4

Tabla 19. Frecuencia de alteraciones histológicas de las gónadas femeninas y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de invierno.

HALLAZGOS ENCONTRADOS GÓNADA FEMENIDA	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Atrofia	55	35	0	0	0	35/90	38.8

Tabla 20. Frecuencia de alteraciones histológicas de las gónadas femeninas y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de invierno.

HALLAZGOS ENCONTRADOS GÓNADA FEMENIDA	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Atrofia	89	0	1	0	0	1/90	1.1
Necrosis	88	2	0	0	0	2/90	2.2
Tremátodos	89	1	0	0	0	1/90	1.1
<i>Nematopsis</i> sp.	89	1	0	0	0	1/90	1.1

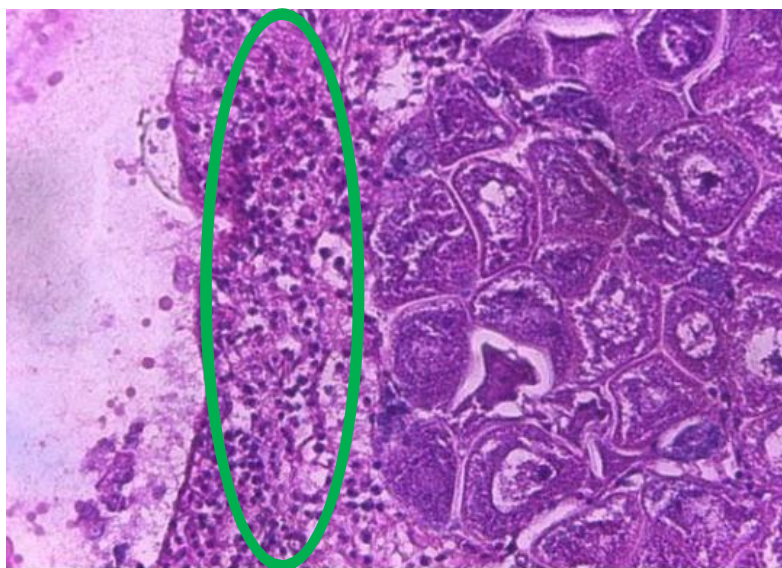
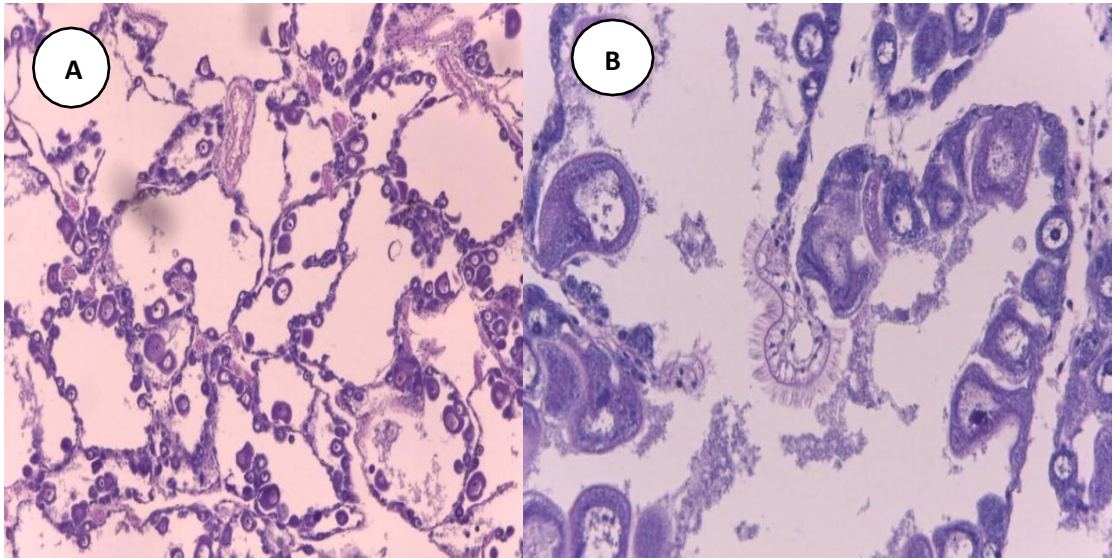


Figura 29. Infiltración hemocítica (Círculo verde) en gónada femenina. H&E 400X.



Figuras 30. Atrofia de la gónada masculina. (Se observan zonas donde no existe tejido). H&E (A) 100X y (B) 400X.

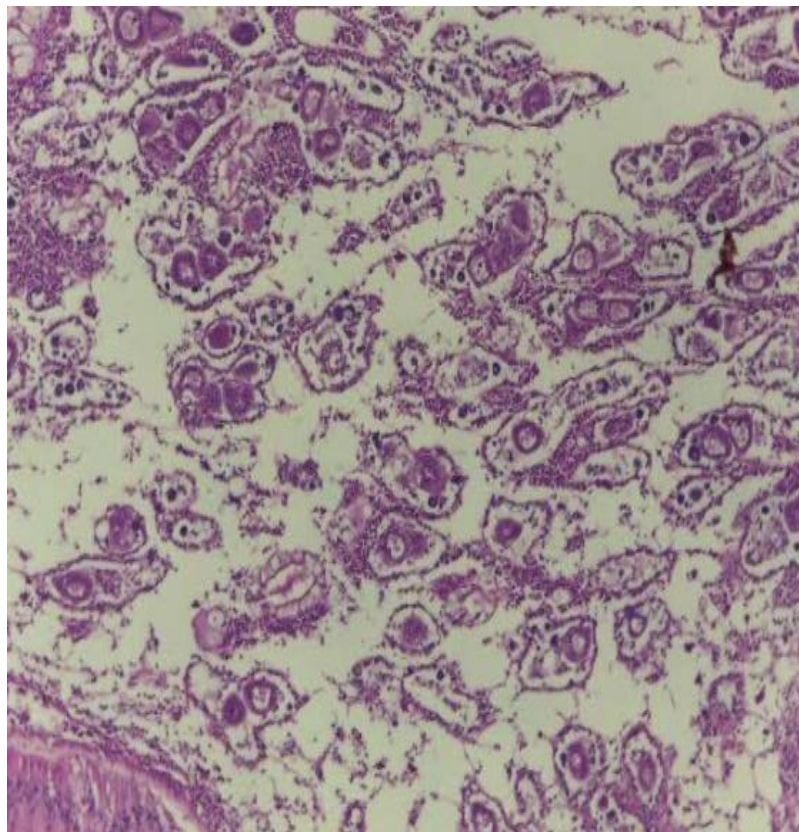


Figura 31. Necrosis de la gónada femenina. H&E 400X.

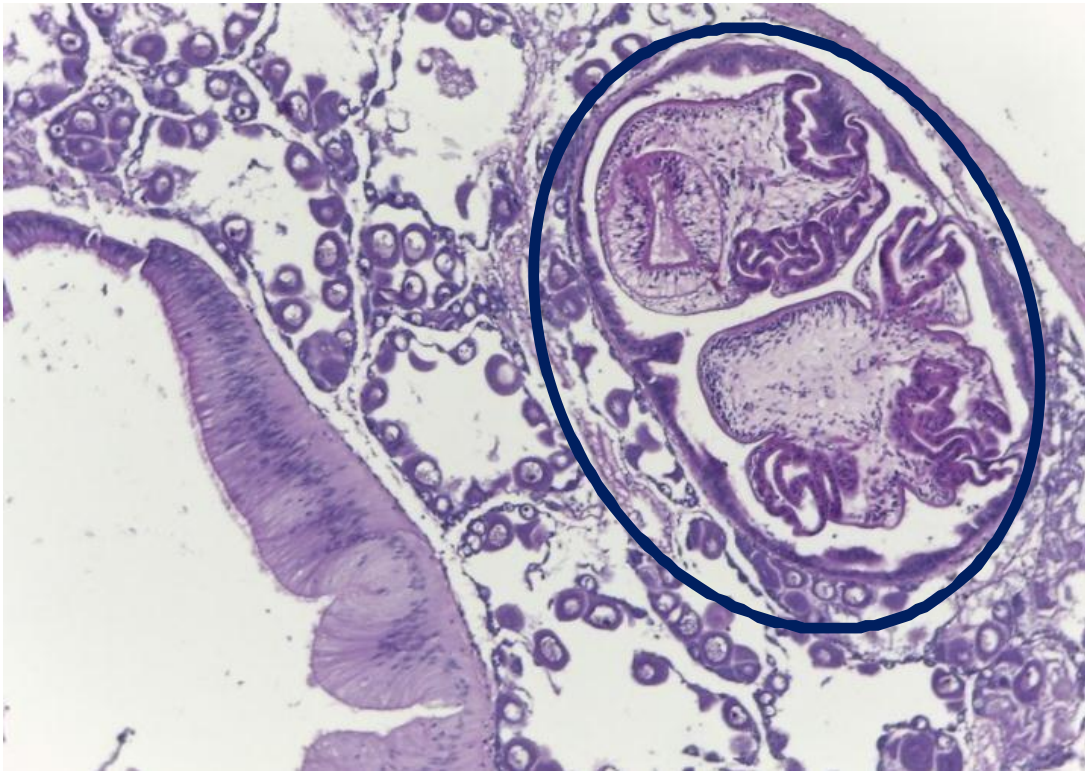


Figura 32. Tremátodo (Círculo azul) y atrofia en la gónada femenina. H&E 400X.

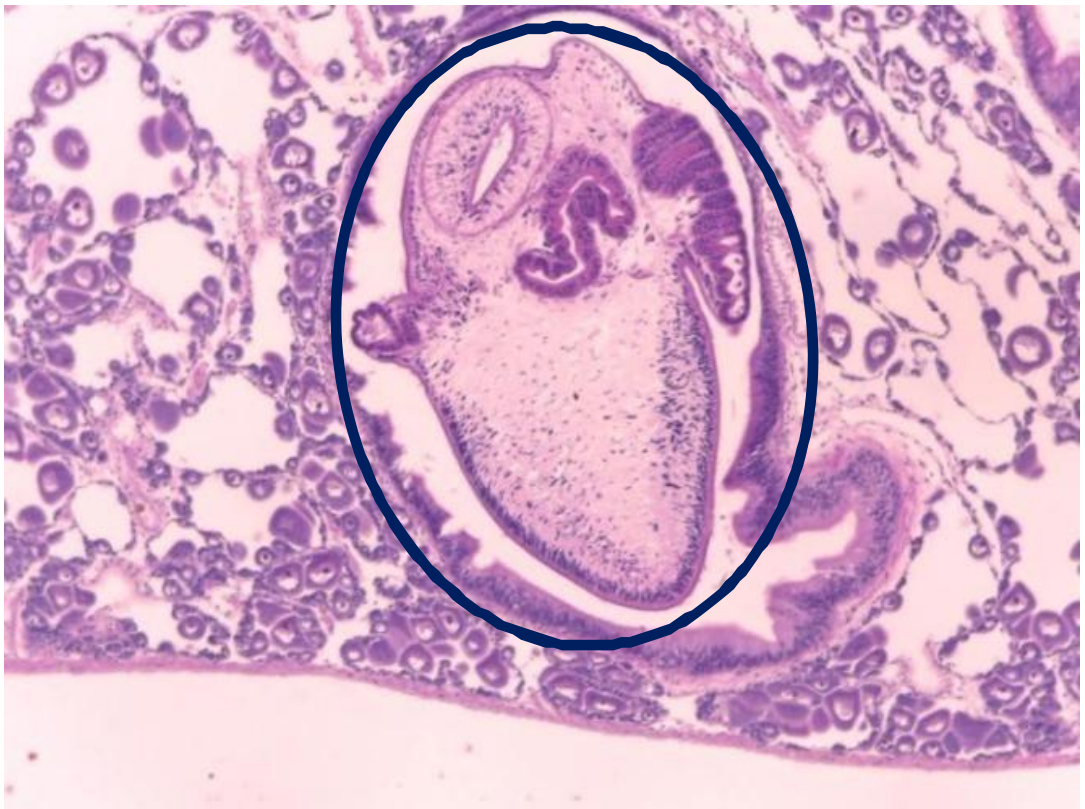


Figura 33. Tremátodo (Círculo azul) y atrofia en la gónada femenina. H&E 400X. H&E 400X.

7.4.4 Músculo aductor

En caso del músculo aductor, todos los grupos presentaron un porcentaje considerable de necrosis (Tablas 21, 22, 23 y 24) (Figura 35). Se encontró que 28.8% de las muestras del grupo de verano- producción presentó ooquistes de *Nematopsis* sp. (Figuras 32, 33 y 35) (Tabla 21), se encontró células vacuoladas (Figura 34) en el grupo de verano-ambiente natural. Otro hallazgo importante fue la infiltración hemocítica (figura 35).

Tabla 21. Frecuencia de alteraciones histológicas de músculo aductor y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de verano.

HALLAZGOS ENCONTRADOS MÚSCULO ADUCTOR	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
<i>Nematopsis</i> sp.	64	24	1	1	0	26/90	28.8
Necrosis	52	10	22	6	0	38/90	42.2
Infiltración hemocítica	63	13	13	1	0	27/90	30

Tabla 22. Frecuencia de alteraciones histológicas de músculo aductor y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de verano.

HALLAZGOS ENCONTRADOS MÚSCULO ADUCTOR	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
<i>Nematopsis</i> sp.	89	1	0	0	0	1/90	1.1
Necrosis	39	19	26	6	0	51/90	56.6.
Infiltración hemocítica	69	15	6	0	0	21/90	23.3
Células vacuoladas	89	2	0	0	0	1/90	1.1

Tabla 23. Frecuencia de alteraciones histológicas de músculo aductor y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de invierno.

HALLAZGOS ENCONTRADOS MÚSCULO ADUCTOR	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Necrosis	64	20	6	0	0	26/90	28.8

Tabla 24. Frecuencia de alteraciones histológicas de músculo aductor y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente ambiente natural de Áncash - Perú en período de invierno.

HALLAZGOS ENCONTRADOS MÚSCULO ADUCTOR	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
<i>Nematopsis</i> sp.	88	1	1	0	0	2/90	2.2
Necrosis	56	23	3	8	0	34/90	37.7
Infiltración hemocítica	87	0	3	0	0	3/90	3.3



Figura 34. Ooquiste de *Nematopsis* sp. (Círculo naranja) en músculo aductor e infiltración hemocítica (Círculo verde). H&E 400X.



Figura 35. Ooquistes de *Nematopsis* sp. (Círculos anaranjados) en músculo aductor. H&E 400X.

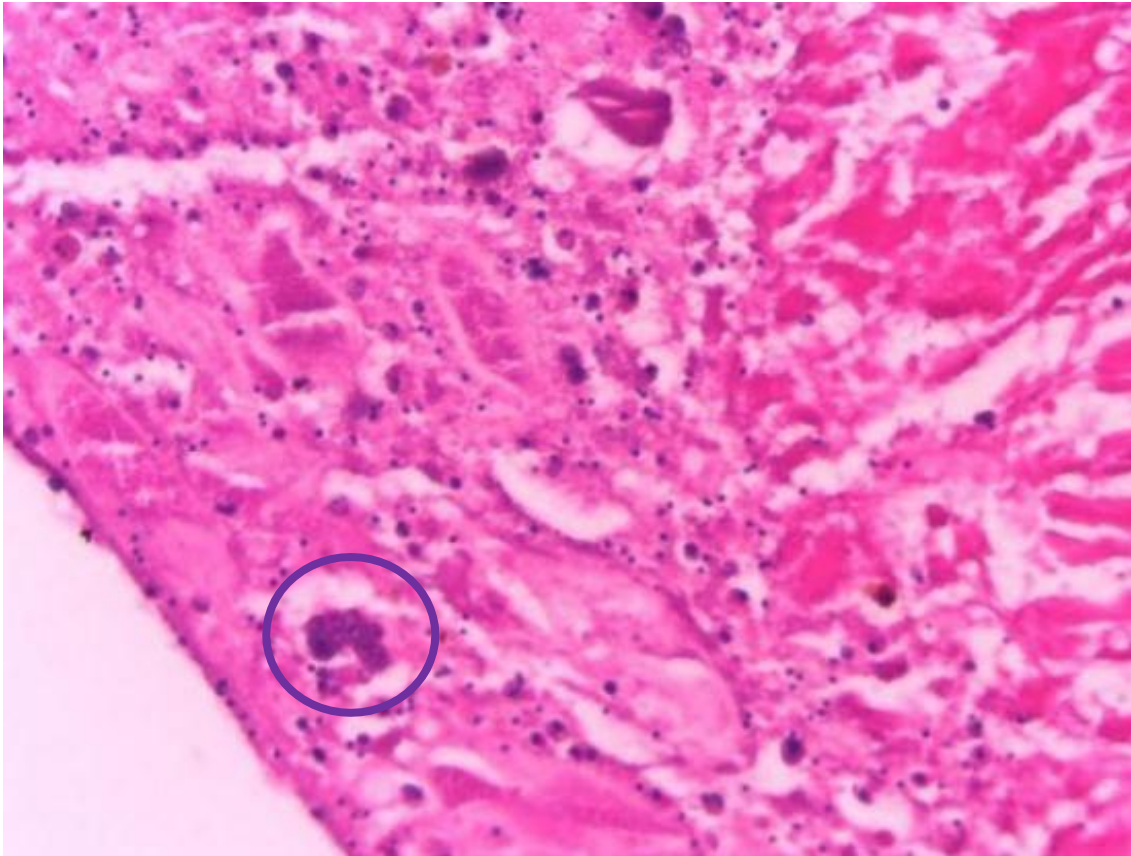
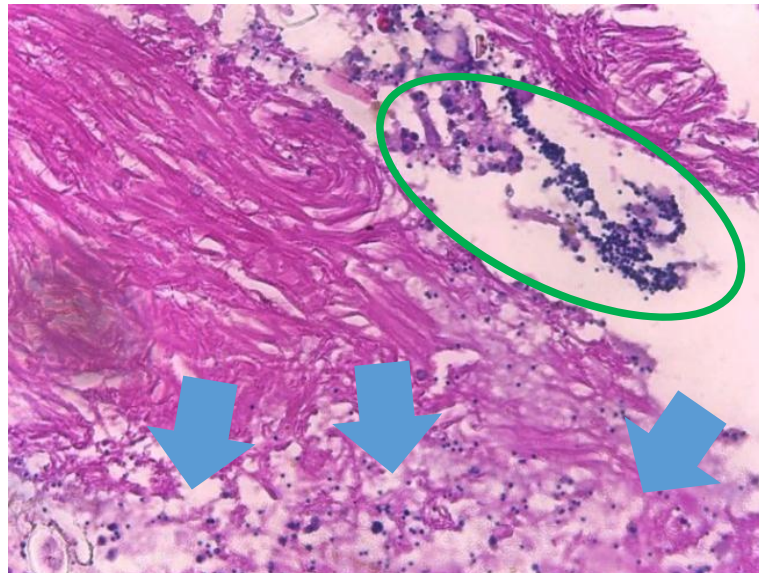


Figura 36. Tejido necrótico y células vacuoladas de color basófilos (Círculo morado). H&E 400X.

Figura 37. Áreas de necrosis (flechas azules) e infiltración hemocítica (Círculo verde). H&E 100X.



7.4.5 Intestino

En caso del intestino, se encontró en todos los grupos *Nematopsis* sp (Tablas 25, 26, 27 y 28) (Figura 36). Se halló necrosis en los grupos de verano (producción y ambiente natural) (Figura 37) y tremátodos en los grupos que provenían de ambiente natural en estación de verano e invierno (figura 38).

Tabla 25. Frecuencia de alteraciones histológicas de intestino y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de producción de Áncash - Perú en período de verano.

HALLAZGOS ENCONTRADOS INTESTINO	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
<i>Nematopsis</i> sp.	64	24	1	1	0	26/90	28.8
Necrosis	89	0	1	0	0	1/90	1.1
Infiltración hemocítica	63	13	13	1	0	27/90	30

Tabla 26. Frecuencia de alteraciones histológicas de intestino y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de verano.

HALLAZGOS ENCONTRADOS INTESTINO	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
<i>Nematopsis</i> sp.	58	23	5	4	0	32/90	35.5
Necrosis	88	1	1	0	0	2/90	2.2
Infiltración hemocítica	87	3	0	0	0	27/90	30

Tabla 27. Frecuencia de alteraciones histológicas de intestino y su grado de afección en la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de invierno.

HALLAZGOS ENCONTRADOS INTESTINO	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
<i>Nematopsis</i> sp.	60	20	8	2	0	30/90	33.3
Tremátodo	89	1	0	0	0	1/90	1.1

Tabla 28. Frecuencia de alteraciones histológicas de intestino y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de invierno.

HALLAZGOS ENCONTRADOS INTESTINO	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
<i>Nematopsis</i> sp.	34	28	6	12	10	56/90	62.2
RLOs	87	3	0	0	0	3/90	3.3
Tremátodo	89	1	0	0	0	1/90	1.1

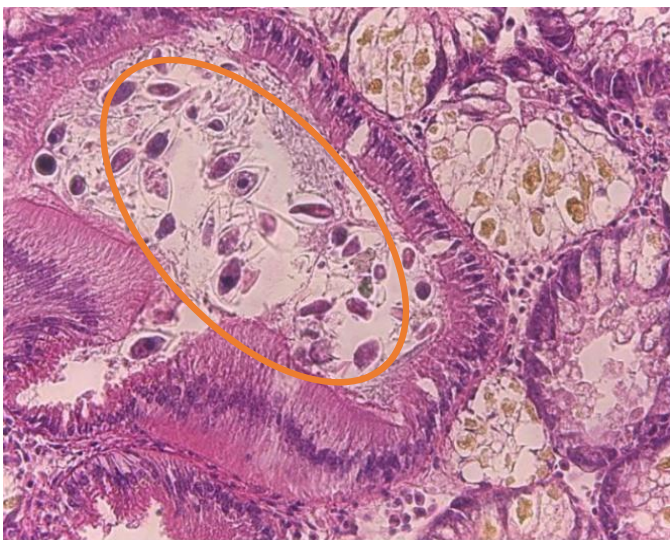


Figura 38. Ooquistes dentro de la luz intestinal (Circulo anaranjado). H&E 400X.

Figura 39. Necrosis del intestino (flechas azules). H&E 400X.

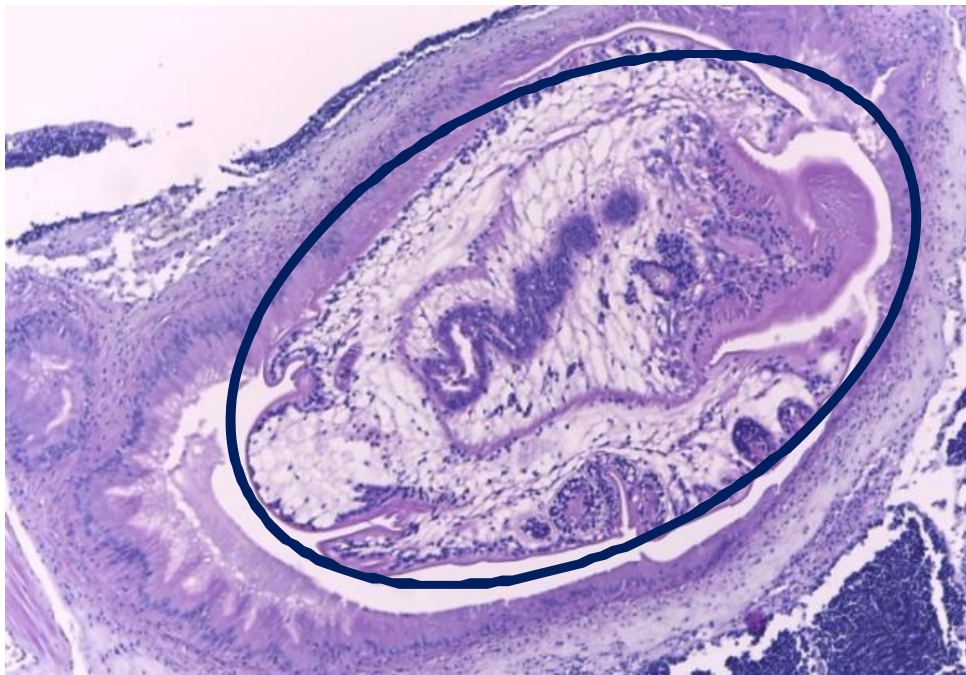
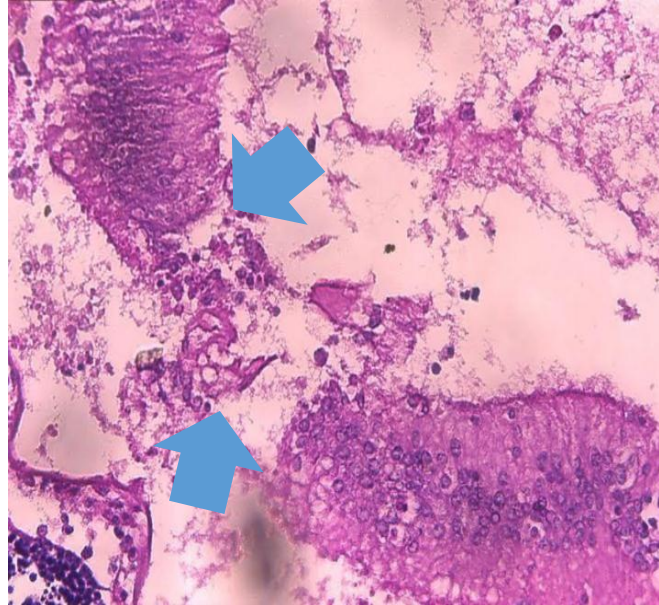


Figura 40. Tremátodo adherido a la pared intestinal (Circulo anaranjado). H&E 400X.

7.4.6 Nefridios

Se encontró que el 11.1% de las muestras del grupo de verano –producción presentó *Nematopsis* sp (figura 39) en los nefridios (tabla 30), otro hallazgo importante en este grupo también fue la infiltración hemocítica (Figura 41). En todos los grupos (tablas 29, 30, 31 y 32) se observó concreciones en los nefridios (Figuras 42 y 43) y necrosis (Figura 40).

Tabla 29. Frecuencia de alteraciones histológicas de los nefridios y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de verano.

HALLAZGOS ENCONTRADOS NEFRIDIOS	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Concreciones	78	3	4	5	0	12/90	13.3
<i>Nematopsis</i> sp.	80	8	1	1	0	10/90	11.1
Infiltración hemocítica	63	13	13	1	0	27/90	30
Necrosis	88	0	2	0	0	2/90	2.2

Tabla 30. Frecuencia de alteraciones histológicas de los nefridios y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de verano.

HALLAZGOS ENCONTRADOS NEFRIDIOS	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Concreciones	72	8	6	4	0	18/90	20
Infiltración hemocítica	88	2	0	0	0	2/90	2.2
Necrosis	84	1	4	1	0	6/90	6.6

Tabla 31. Frecuencia de alteraciones histológicas de los nefridios y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de invierno.

HALLAZGOS ENCONTRADOS NEFRIDIOS	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Concreciones	14	3	23	33	17	76/90	84.4
Necrosis	85	1	1	3	0	5/90	5.5
Infiltración hemocítica	85	0	4	1	0	5/90	5.5

Tabla 32. Frecuencia de alteraciones histológicas de los nefridios y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de invierno.

HALLAZGOS ENCONTRADOS NEFRIDIOS	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Concreciones	67	15	5	3	0	23/90	25.5
<i>Nematopsis</i> sp.	87	3	0	0	0	3/90	3.3
Necrosis	85	3	1	1	0	5/90	5.5



Figura 41. Ooquiste de *Nematopsis* sp. en nefridios (circulo anaranjado). H&E

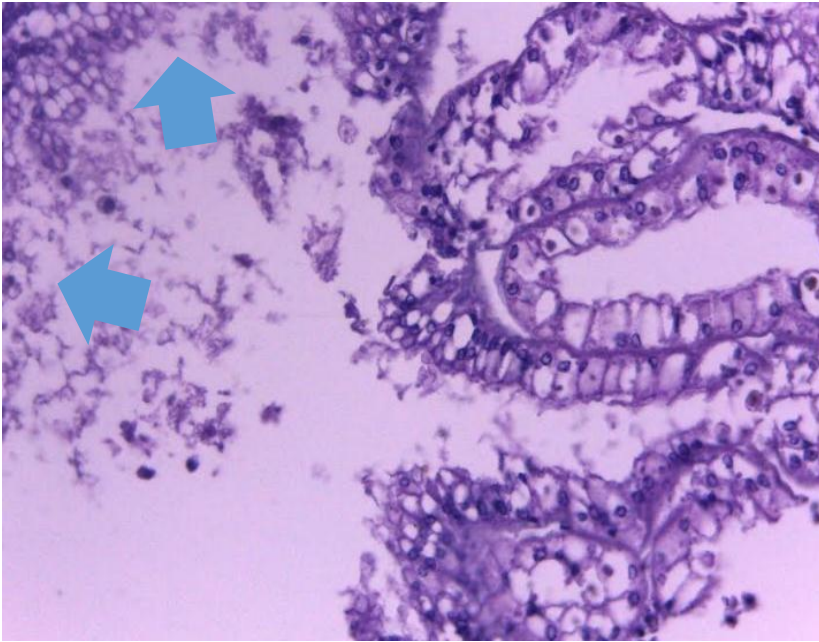
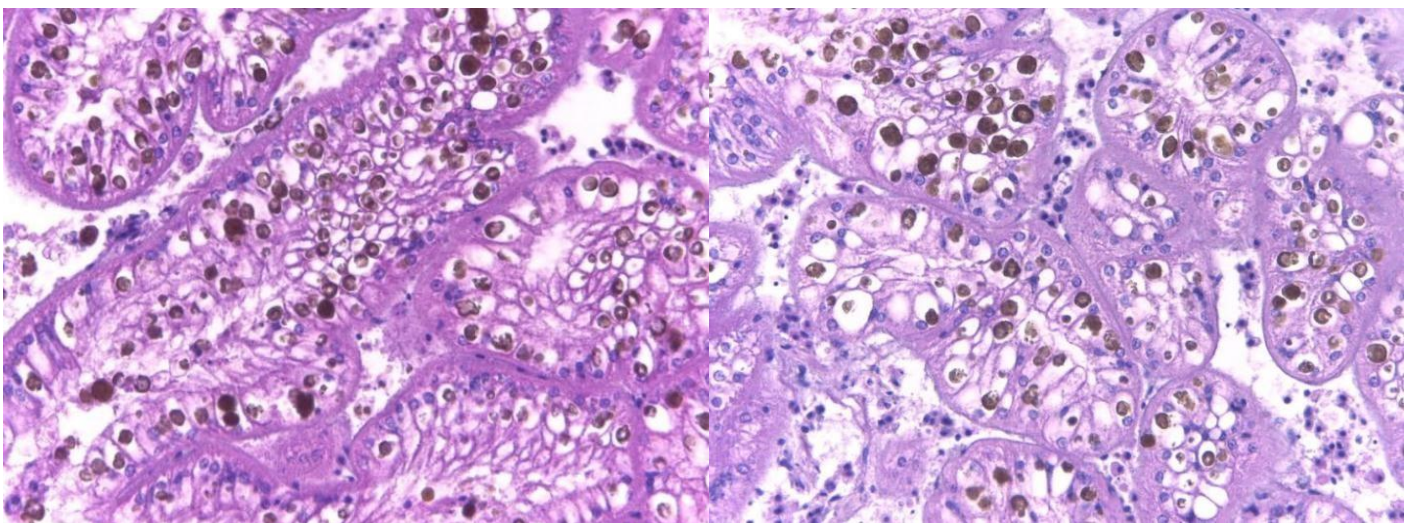


Figura 42. Áreas de necrosis en nefridios (flechas azules). H&E 400X.



Figura 43. Infiltración hemocítica en nefridios (círculos verdes). H&E 400X.



Figuras 44 y 45. Concreciones dentro de las células que conforman los nefridios H&E 400X.

El séptimo tejido evaluado fue la glándula digestiva donde se encontró en todos los grupos infiltración hemocítica (Figuras 48, 49 y 51), necrosis (Figuras 46, 47, 48, 49 y 50) y RLOs (Figuras 49 y 50) (Tablas 33, 34, 35 y 36). Otros hallazgos con poca frecuencia pero con relevancia fueron los granulomas (Figura 44 y 48) y tremátodos (Figura 45).

Tabla 33. Frecuencia de alteraciones histológicas de glándula digestiva y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de verano.

HALLAZGOS ENCONTRADOS GLÁNDULA DIGESTIVA	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Infiltración hemocítica	32	5	24	28	1	58/90	64.4
<i>Nematopsis</i> sp.	80	9	1	0	0	10/90	11.1
RLOs (Organismo tipo rickettsiales)	74	6	9	1	0	16/90	17.7
Necrosis	38	19	15	18	0	52/90	57.7
Granulomas	87	3	0	0	0	3/90	3.3

Tabla 34. Frecuencia de alteraciones histológicas de glándula digestiva y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de verano.

HALLAZGOS ENCONTRADOS GLÁNDULA DIGESTIVA	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Infiltración hemocítica	16	15	31	27	1	74/90	82.2
Tremátodos	87	3	0	0	0	3/90	3.3
RLOs (Organismo tipo rickettsiales)	77	12	1	0	0	13/90	14.4
Necrosis	12	22	27	26	3	78/90	86.6
Granulomas	87	3	0	0	0	3/90	3.3

Tabla 35. Frecuencia de alteraciones histológicas de glándula digestiva y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de invierno.

HALLAZGOS ENCONTRADOS GLÁNDULA DIGESTIVA	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Infiltración hemocítica	6	7	46	31	0	84/90	93.3
RLOs (Organismo tipo rickettsiales)	51	27	12	0	0	39/90	43.3
Necrosis	6	29	36	19	0	84/90	93.3
Tremátodo	89	1	0	0	0	1/90	1.1
Granulomas	89	1	0	0	0	1/90	1.1

Tabla 36. Frecuencia de alteraciones histológicas de glándula digestiva y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de invierno.

HALLAZGOS ENCONTRADOS GLÁNDULA DIGESTIVA	GRADO DE A LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Infiltración hemocítica	8	15	37	30	0	82/90	91.1
RLOs (Organismo tipo rickettsiales)	58	28	4	0	0	32/90	35.5
Necrosis	8	36	26	16	21	82/90	91.1
granuloma	89	1	0	0	0	1/90	1.1
Tremátodo	89	1	0	0	0	1/90	1.1

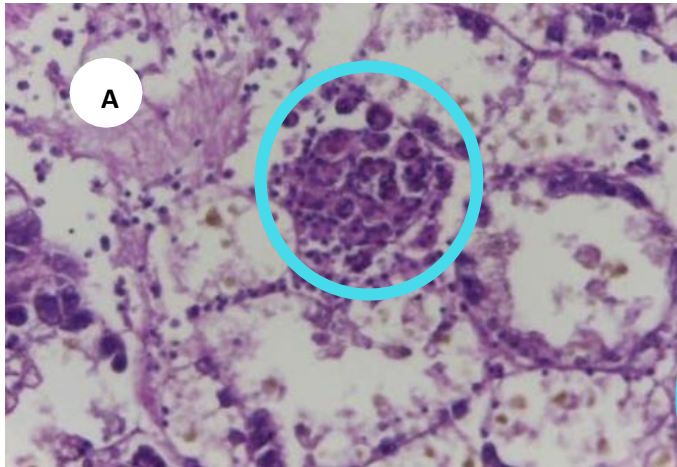


Figura 46. Granuloma (circulo celeste), y necrosis epitelial en glándula digestiva H&E (A) 100X (B) 400X.

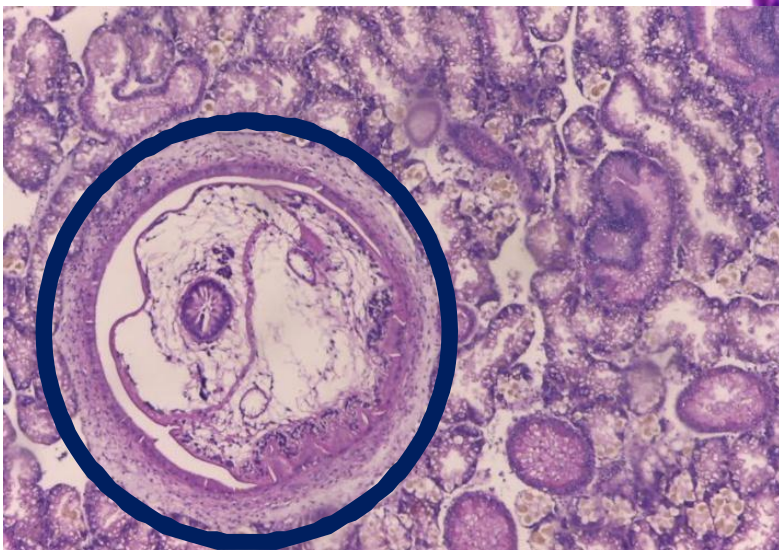
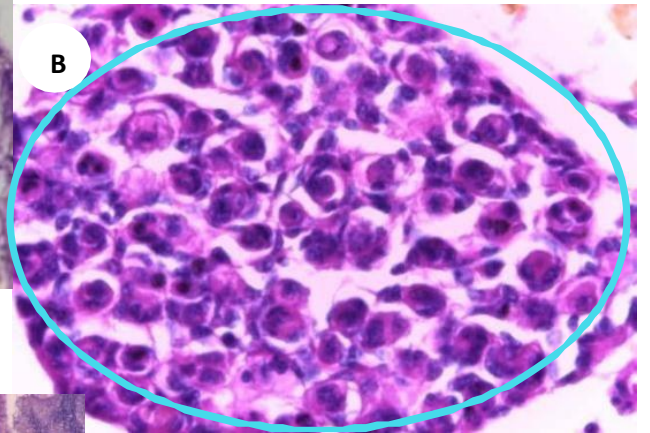
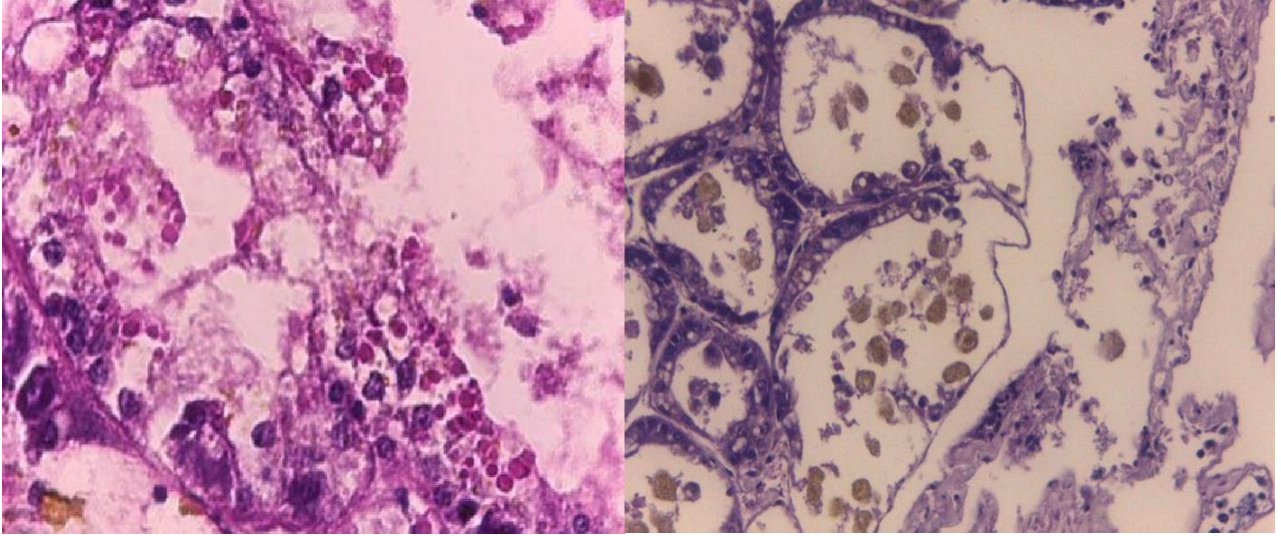


Figura 47. Tremátodo en glándula digestiva. H&E 400X.



Figuras 48 y 49. Severa necrosis en glándula digestiva. H&E 400X.

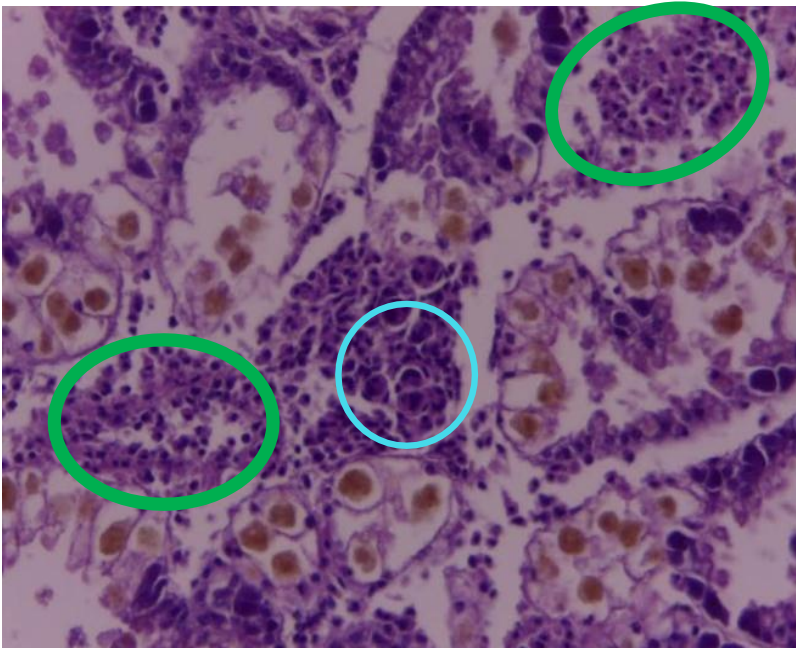


Figura 50. Infiltración hemocítica (círculos verdes) y granuloma en formación (círculo celeste) (circulo). H&E 400X.

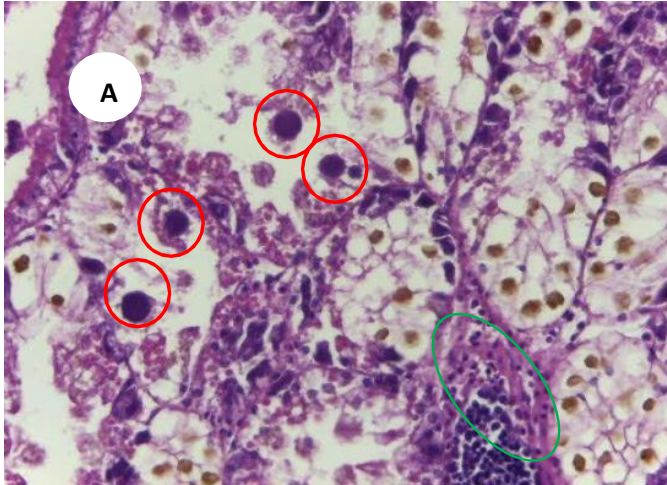


Figura 51. RLOs (Círculos rojos), necrosis en glándula digestiva e infiltración hemocítica (Círculo verde) H&E. (A) 100X (B) 400X

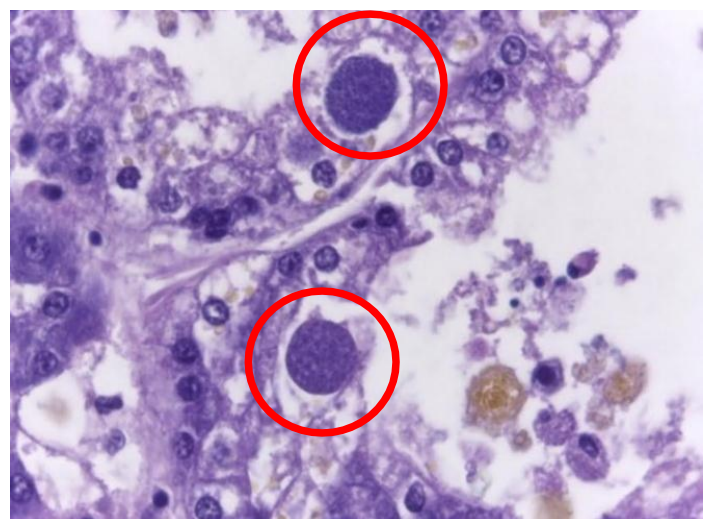
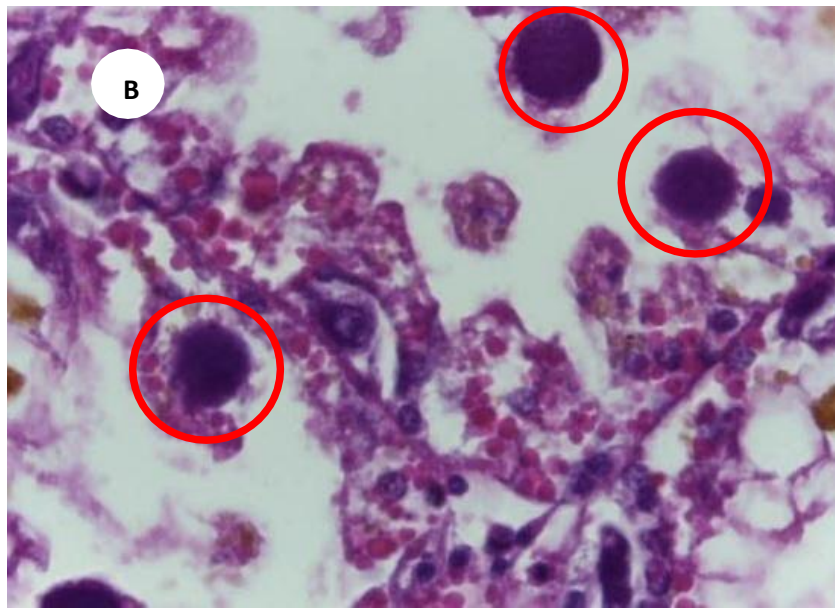
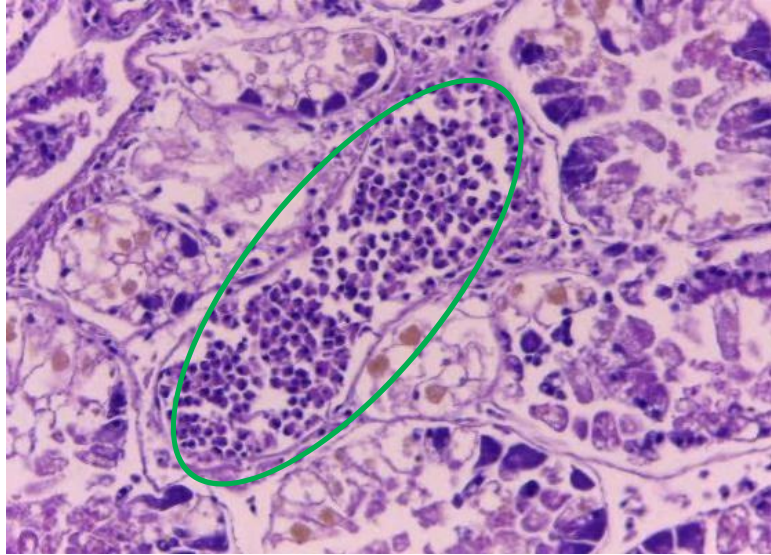


Figura 52. RLOs (Círculos rojos) y necrosis en glándula digestiva. H&E 400X.

Figura 53. Severa infiltración hemocítica (Círculos verde) y necrosis en glándula digestiva. H&E 400X.



7.4.8 Manto

Se encontró infiltración hemocítica en los dos grupos de verano (producción y ambiente natural) (Tablas 37 y 39) e invierno (producción y ambiente natural) (Tablas 38 y 40) (Figura 52). Se encontró en el grupo de verano-ambiente natural: un 2.2% de la muestra con RLOs (Figura 53), el 18.8% con tremátodos (Figuras 54, 55 y 56) y un 8.8% con granulomas (Figura 57) (Tabla 38).

Tabla 37. Frecuencia de alteraciones histológicas de manto y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de verano.

HALLAZGOS ENCONTRADOS MANTO	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN	
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%	
Necrosis	89	0	1	0	0	1/90	1.1	
Infiltración hemocítica	89	0	1	0	0	1/90	1.1	

Tabla 38. Frecuencia de alteraciones histológicas de glándula digestiva y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de verano.

HALLAZGOS ENCONTRADOS MANTO	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Necrosis	84	3	3	0	0	6/90	6.6
Infiltración hemocítica	80	5	5	0	0	10/90	11.1
RLOs (Organismo tipo rickettsiales)	88	1	1	0	0	2/90	2.2
Tremátodos	73	13	4	0	0	17/90	18.8
Granulomas	82	8	0	0	0	8/90	8.8

Tabla 39. Frecuencia de alteraciones histológicas de manto y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de centros de producción de Áncash - Perú en período de invierno.

HALLAZGOS ENCONTRADOS MANTO	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Granuloma	88	1	1	0	0	2/90	2.2
Infiltración hemocítica	88	1	1	0	0	2/90	2.2

Tabla 40. Frecuencia de alteraciones histológicas de glándula digestiva y su grado de afección en *Argopecten purpuratus* procedente de ambiente natural de Áncash - Perú en período de invierno.

HALLAZGOS ENCONTRADOS MANTO	GRADO DE LESIÓN						ALTERACIÓN
	Normal	Escaso	Leve	Moderado	Severo	Total	%
Tremátodo	87	3	0	0	0	3/90	3.3
Infiltración hemocítica	89	1	0	0	0	1/90	1.1

Figura 54. Infiltración hemocítica (Círculo verde) en manto. H&E 400X.

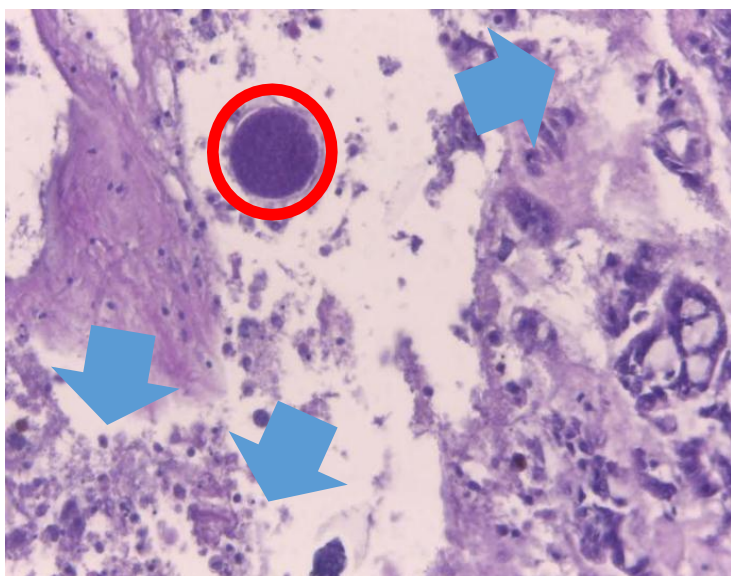
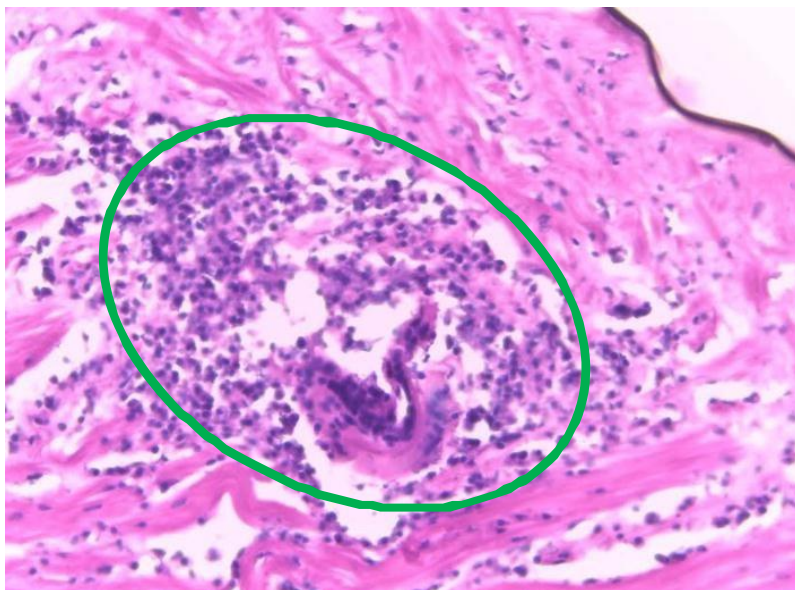
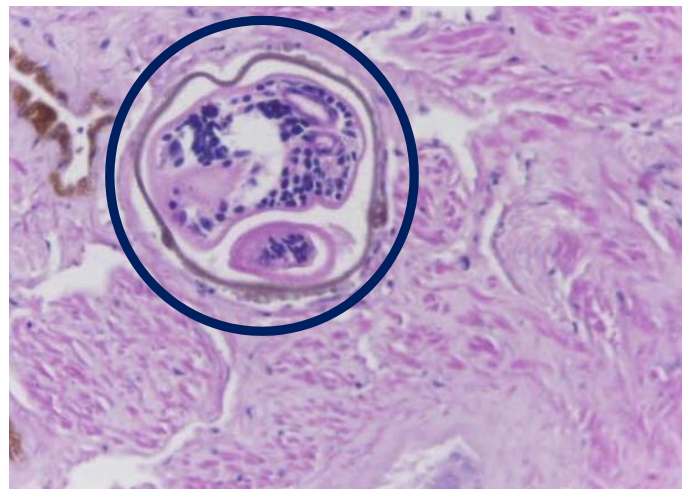
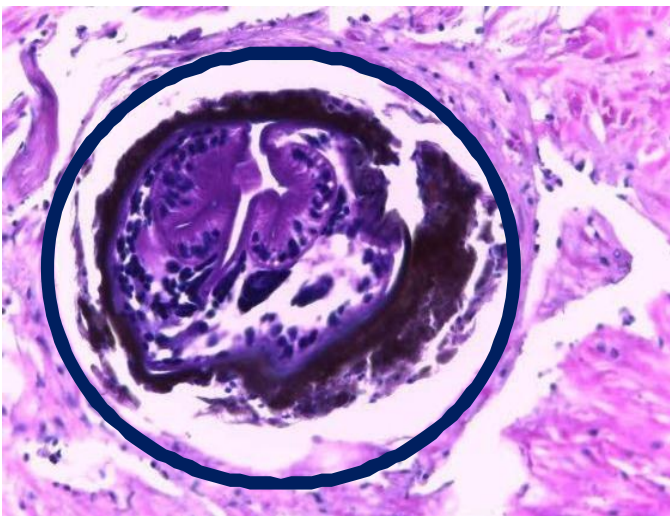
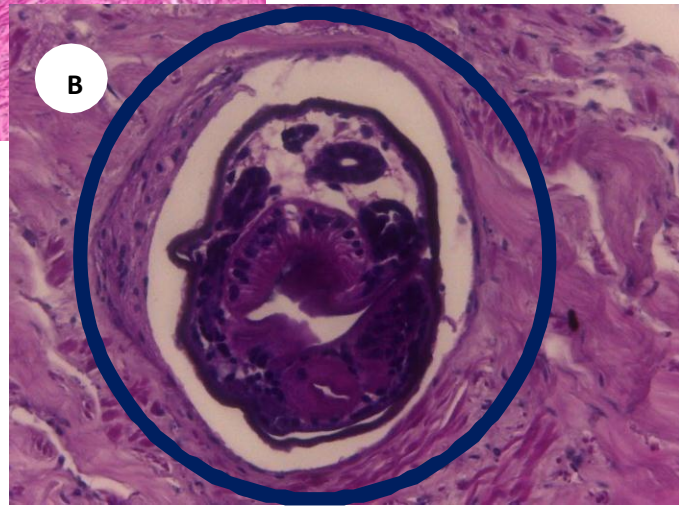


Figura 55. RLOs (Círculo rojo) y áreas de necrosis (flechas azules). H&E 400X.



Figura 56. Tremátodo en manto (círculo azul), se observa como los hemocitos se alargan para arrear al parásito (flechas anaranjadas). H&E (A) 100X. (B) 400X.



Figuras 57 y 58. Tremátodo en manto (círculo azul). H&E 400X.

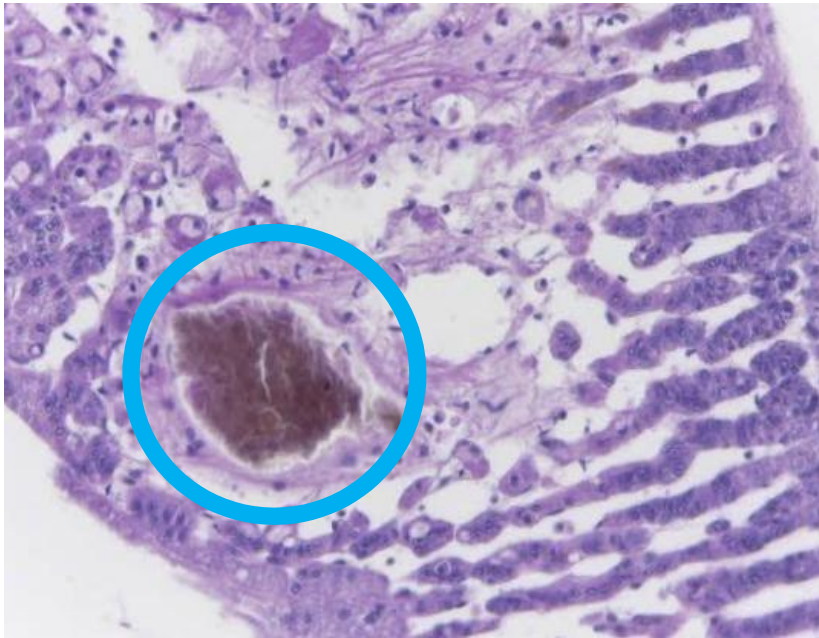


Figura 59. Granuloma en manto (Circulo). H&E 400X.

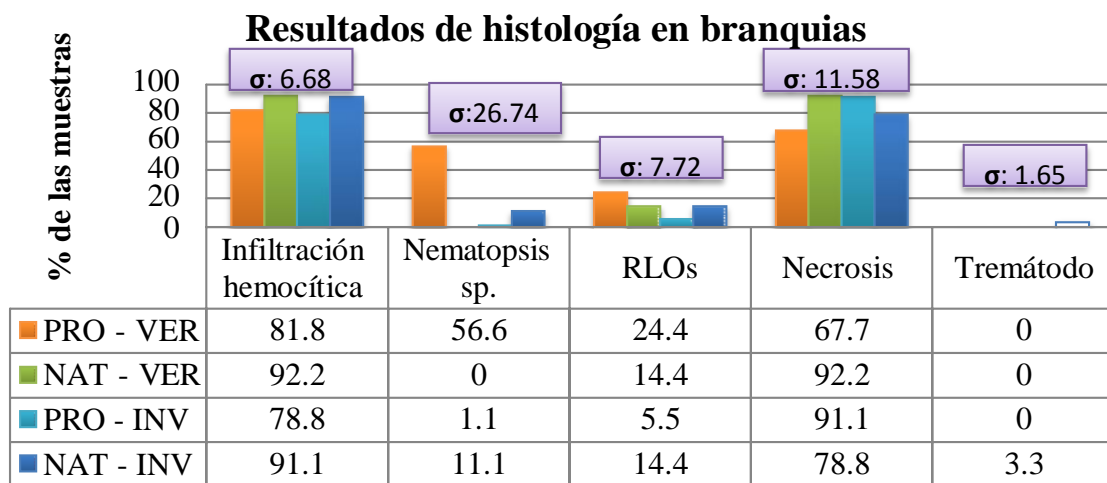


Figura 60. Gráfica resumen de las principales lesiones en branquias y su desviación estándar.

Resultados de histología en gónada masculina

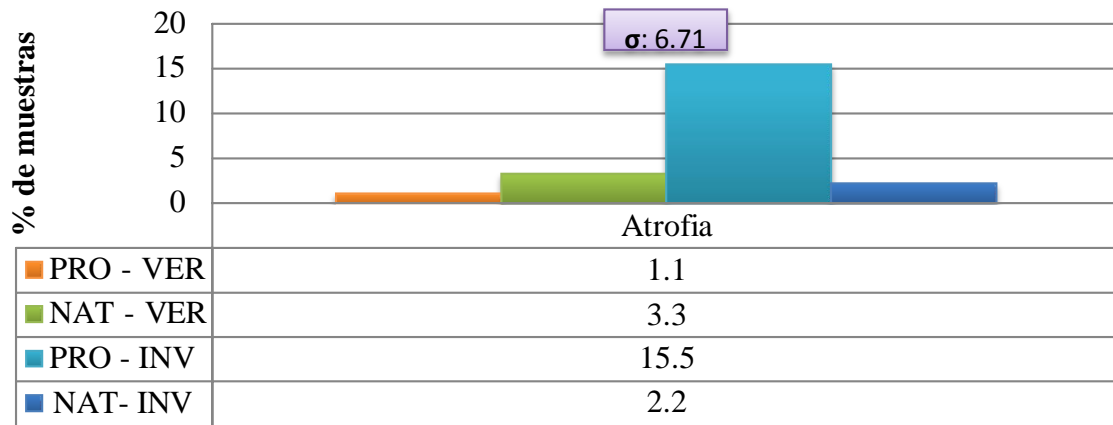


Figura 61. Gráfica resumen de las principales lesiones en gónada masculina y su desviación estándar.

Resultados de histología en gónada femenina

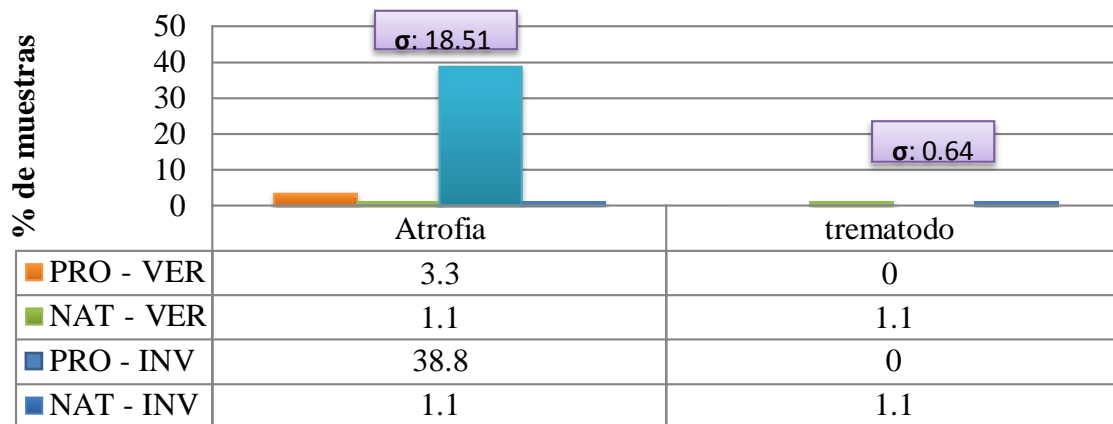


Figura 62. Gráfica resumen de las principales lesiones en gónada femenina y su desviación estándar.

Resultados de histología en músculo aductor

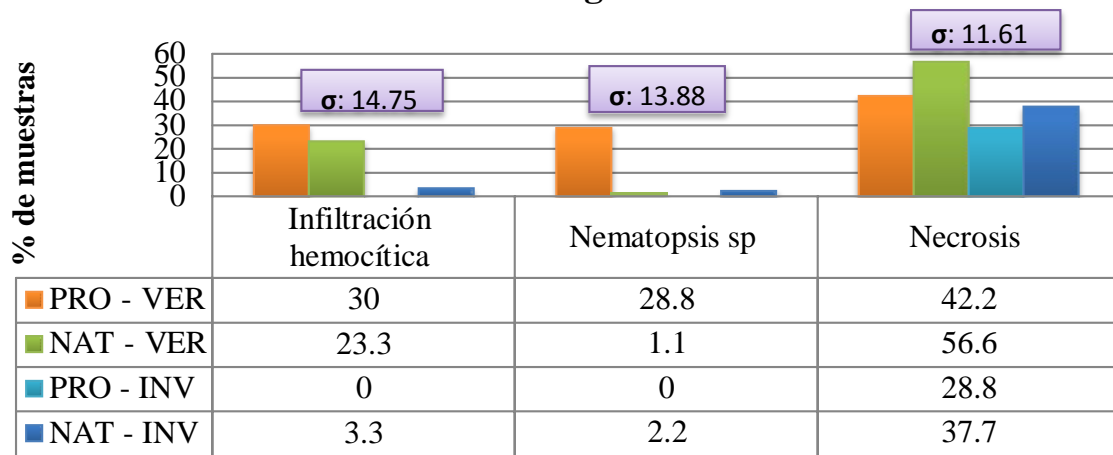


Figura 63. Gráfica resumen de las principales lesiones en músculo aductor y su desviación estándar.

Resultados de histología en intestino

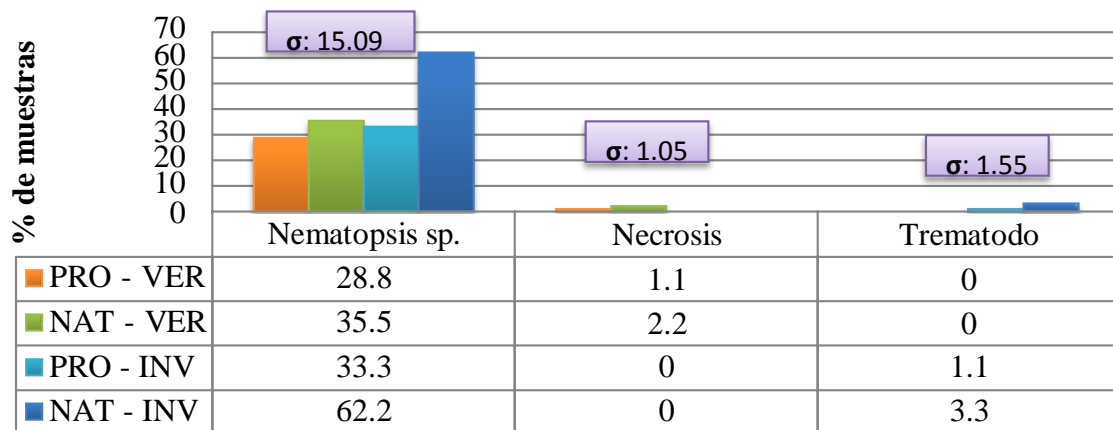


Figura 64. Gráfica resumen de las principales lesiones en intestino y su desviación estándar.

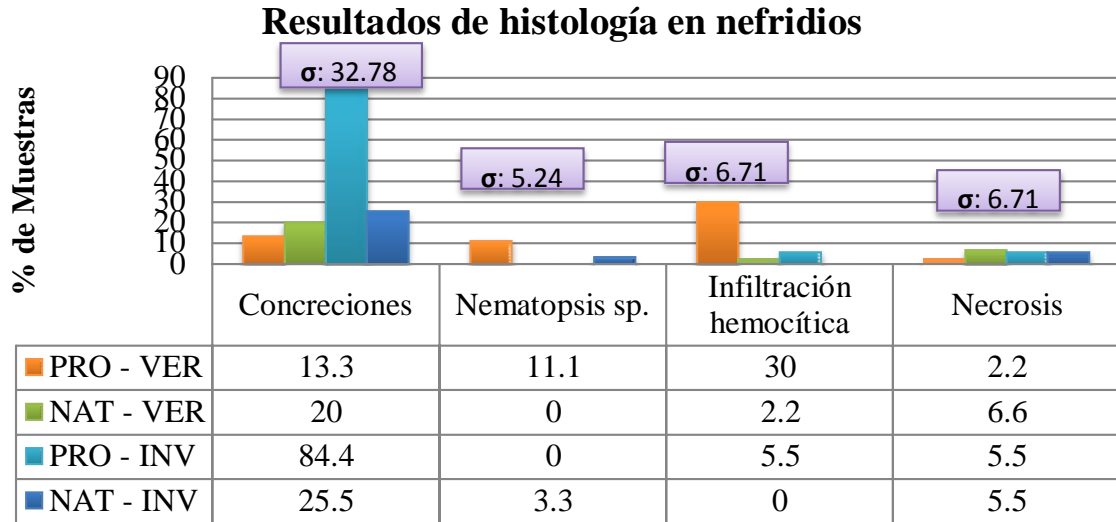


Figura 65. Gráfica resumen de las principales lesiones en nefridios y su desviación estándar.

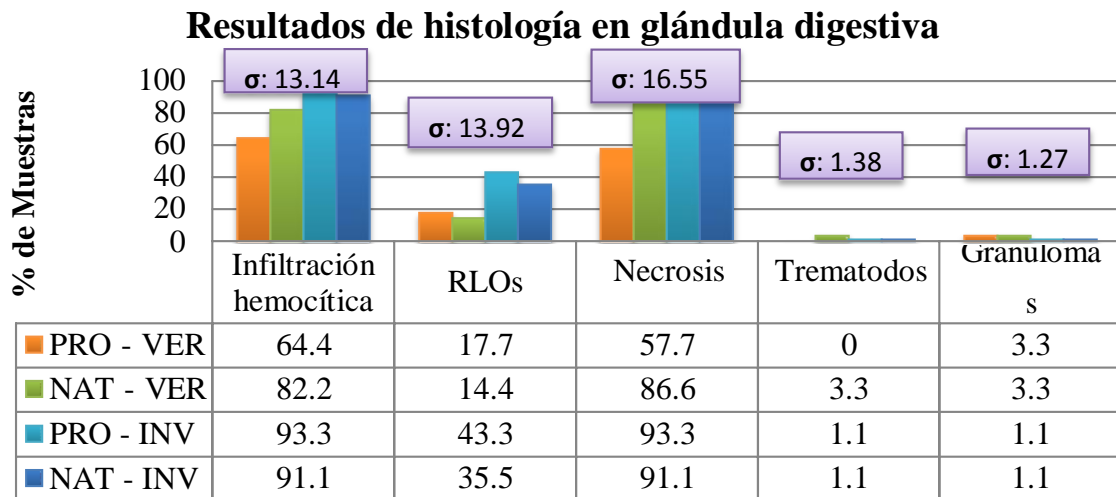


Figura 66. Gráfica resumen de las principales lesiones en glándula digestiva y su desviación estándar.

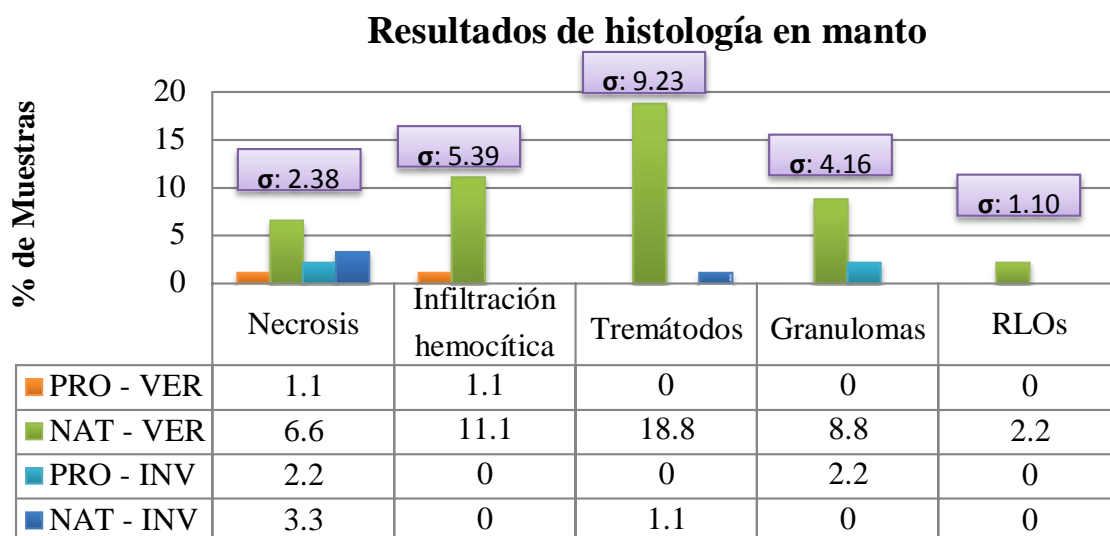


Figura 67. Gráfica resumen de las principales lesiones en manto y su desviación estándar.

7.5 Análisis estadístico

Se realizó la prueba de ji cuadrado a los resultados con mayor relevancia, en los cuales se encontró que existía una asociación significativa entre la estación del año (verano e invierno) con la presencia de microorganismos parasitarios en branquias, glándula digestiva y manto (Tabla 41).

Con respecto a los tejidos-lesiones se halló que la infiltración hemocítica en branquias, necrosis en branquias, y las concreciones en nefridios presentaban asociación altamente significativa con la procedencia (cultivo o de ambiente natural), el mismo resultado de asociación se obtuvo con las variables lesiones (infiltración hemocítica en glándula digestiva y concreciones en nefridios) con la estación del año (verano e invierno) (Tabla 42).

Tabla 41. Resultados de histología de las principales alteraciones encontradas en los distintos órganos evaluados.

Alteraciones	Grupo de procedencia - N° de animales con lesiones - % de la alteración			
Resultados de histología de branquias				
Infiltración hemocítica	PV - 73/90 (81.1%)	NV - 83/90 (92.2%)	PI- 71/90 (78.8%)	NI- 82/90 (91.1%)
Necrosis	PV - 61/90 (67.7%)	NV - 13/90 (14.4%)	PI- 5/90 (5.5%)	NI- 13/90 (14.4%)
RLOs	PV - 22/90 (24.4%)	NV - 83/90 (92.2%)	PI- 71/90 (78.8%)	NI- 82/90 (91.1%)
Resultados de histología de Gónada masculina				
Atrofia	PV - 1/90 (1.1%)	NV - 3/90 (3.3%)	PI- 14/90 (15.5%)	NI- 2/90 (2.2%)
Resultados de histología de Gónada femenina				
Atrofia	PV - 3/90 (3.3%)	NV - 6/90 (6.6%)	PI- 35/90 (38.8%)	NI- 1/90 (1.1%)
Resultados de histología de Músculo aductor				
<i>Nematopsis</i> sp.	PV - 26/90 (28.8%)	NV - 1/90 (1.1%)	PI- 0/90 (0%)	NI- 2/90 (2.2%)
Necrosis	PV - 61/90 (67.7%)	NV - 13/90 (14.4%)	PI- 5/90 (5.5%)	NI- 13/90 (14.4%)
Resultados de histología del Intestino				
<i>Nematopsis</i> sp.	PV - 26/90 (28.8%)	NV - 32/90 (35.5%)	PI- 30/90 (33.3%)	NI- 56/90 (62.2%)
Resultados de histología de Nefridios				
Concreciones	PV - 12/90 (13.3%)	NV - 18/90 (20 %)	PI- 76/90 (84.4%)	NI- 23/90 (25.5%)
Resultados de histología de Glándula digestiva				
Infiltración hemocítica	PV - 58/90 (64.4%)	NV - 74/90 (82.2%)	PI- 84/90 (93.3%)	NI- 82/90 (91.1%)
Necrosis	PV - 52/90 (57.7%)	NV - 78/90 (86.6%)	PI- 84/90 (93.3%)	NI- 82/90 (35.5%)
RLOs	PV - 16/90 (17.7%)	NV - 13/90 (14.4%)	PI- 39/90 (43.3%)	NI- 32/90 (91.1%)
Tremátodos	PV - 0/90 (0%)	NV - 3/90 (3.3%)	PI- 0/90 (0%)	NI- 1/90 (1.1%)
Resultados de histología de Manto				
Infiltración hemocítica	PV - 1/90 (1.1%)	NV - 10/90 (11.1%)	PI- 2/90 (2.2%)	NI- 3/90 (3.3%)
Tremátodos	PV - 0/90 (0%)	NV - 17/90 (18.8%)	PI- 0/90 (0%)	NI- 1/90 (1.1%)
PV: animales de producción en verano. NV: animales silvestres en verano. PI: animales de producción en invierno. NI: animales silvestres en invierno.				

Tabla 42. Resultados Ji cuadrado, para comparar prevalencias de agentes parasitarios encontrados en tejidos de conchas de abanico, tomando en cuenta el origen de los individuos y la estación del año.

Comparaciones	Patógenos	Valor de p	Conclusión	Interpretación
Población Cultivada vs Población Silvestre	RLOs en glándula digestiva	0.2439	No se rechaza la hipótesis nula	La procedencia y prevalencia de RLOs en glándula digestiva no están significativamente asociados
Población Cultivada vs Población Silvestre	RLOs en branquias	0.8723	No se rechaza la hipótesis nula	La procedencia y prevalencia de RLOs en branquias no están significativamente asociados
Población Cultivada vs Población Silvestre	Tremátodos en Manto	0.0002	Se rechaza la hipótesis nula	La procedencia y prevalencia de tremátodos en manto están significativamente asociados
Estación de Verano vs Estación de Invierno	RLOs en glándula digestiva	< 0.0001	Se rechaza la hipótesis nula	La estación del año y prevalencia de RLOs en glándula digestiva están significativamente asociados
Estación de Verano vs Estación de Invierno	RLOs en branquias	0.0118	Se rechaza la hipótesis nula	La estación del año y prevalencia de RLOs en branquias están significativamente asociados
Estación de Verano vs Estación de Invierno	Tremátodos en Manto	0.0012	Se rechaza la hipótesis nula	La estación del año y prevalencia tremátodos en manto están significativamente asociados

Tabla 43. Resultados Ji cuadrado, para comparar prevalencias de lesiones encontrados en tejidos de conchas de abanico, tomando en cuenta el origen de los individuos y la estación del año.

Comparaciones	Lesiones	Valor de p	Conclusión	Interpretación
Población Cultivada vs Población Silvestre	Infiltración hemocítica en branquias	0.0016	Se rechaza la hipótesis nula	La procedencia e infiltración hemocítica en branquias están significativamente asociadas.
Población Cultivada vs Población Silvestre	Necrosis en branquias	<0.0001	Se rechaza la hipótesis nula	La procedencia y necrosis en branquias están significativamente asociadas.
Población Cultivada vs Población Silvestre	Concreciones en nefridios	<0.0001	Se rechaza la hipótesis nula	La procedencia y concreciones en nefridios están significativamente asociadas.
Población Cultivada vs Población Silvestre	Infiltración hemocítica en glándula digestiva	0.0504	No se rechaza la hipótesis nula	La procedencia e infiltración hemocítica en glándula digestiva no están significativamente asociadas.
Población Cultivada vs Población Silvestre	necrosis en glándula digestiva	0.0504	No se rechaza la hipótesis nula	La procedencia y necrosis en glándula digestiva no están significativamente asociadas.
Población Cultivada vs Población Silvestre	Infiltración hemocítica en manto	0.0265	Se rechaza la hipótesis nula	El lugar de procedencia e infiltración hemocítica en manto están significativamente asociadas.
Estación de Verano vs Estación de Invierno	Infiltración hemocítica en branquias	0.6637	No se rechaza la hipótesis nula	La estación del año e infiltración hemocítica en branquias no están significativamente asociadas.
Estación de Verano vs Estación de Invierno	Necrosis en branquias	0.2119	No se rechaza la hipótesis nula	La estación del año y necrosis en branquias no están significativamente asociadas.
Estación de Verano vs Estación de Invierno	Concreciones en nefridios	<0.0001	Se rechaza la hipótesis nula	La estación del año y las concreciones en nefridios están significativamente asociadas.
Estación de Verano vs Estación de Invierno	Infiltración hemocítica en glándula digestiva	<0.0001	Se rechaza la hipótesis nula	La estación del año e infiltración hemocítica en glándula digestiva están significativamente asociadas.
Estación de Verano vs Estación de Invierno	necrosis en glándula digestiva	0.0237	Se rechaza la hipótesis nula	La estación del año y necrosis en glándula digestiva están significativamente asociadas.
Estación de Verano vs Estación de Invierno	Infiltración hemocítica en manto	0.0265	Se rechaza la hipótesis nula	La estación del año e infiltración hemocítica en manto están significativamente asociadas.

VIII. DISCUSIÓN

Hasta el momento no han sido descritos estudios sobre la sanidad de los moluscos bivalvos cultivados y silvestres en Perú, este es el caso de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), un organismo acuático con importancia comercial en nuestro país.

Al momento de la observación de los parámetros fisicoquímicos, como era de esperarse, se encontró la temperatura de la mar incrementada, por efecto del fenómeno El Niño; por la relación inversa que tiene la temperatura con el oxígeno disuelto, se observa que en los meses donde la temperatura es demasiado alta, el oxígeno se encuentra bajo y cuando la temperatura empieza a descender el oxígeno se incrementa (Roldán, 2003).

El oxígeno es parte importante en el desarrollo de la vida de los organismos acuáticos, cuando este decae provoca mortalidades en la concha de abanico, así como sucedió en Pisco en el 2015 (Andina, 2017). En el año 2017, en los meses de verano, en los cuales la temperatura aumentó notablemente, la cantidad de oxígeno disponible disminuyó; esto agregado al ingreso de aguas salobres en el mar, por efecto de las lluvias, provocó una variación de pH y por consiguiente una elevada mortalidad de este recurso en la zona norte del territorio nacional, viéndose más afectado el departamento de Piura, con más del 90% de mortalidad (Aquahoy, 2017). La temperatura más baja fue en el mes de agosto con 17.67 °C y el oxígeno disuelto fue 17.67ml/L, la temperatura más alta ocurrió en el mes de febrero, la cual fue de 25.76°C y el oxígeno disuelto fue 11.38 ml/L. Con respecto al pH y a la salinidad, estas no tuvieron cambios muy significativos.

El factor de condición, el cual es un dato importante ya que permite relacionar el tamaño y peso de los individuos, mostró que el grupo proveniente de Ambiente natural en estación de Invierno, tenía, en promedio, menor tamaño, pero mayor factor de condición, es decir este grupo poseía una mejor condición. Esto puede ser explicado debido a que los animales pequeños tienen una buena tasa de conversión alimenticia, además que en la estación de invierno los animales se encontraban menos estresados con respecto a los cambios ambientales provocados por el fenómeno El Niño.

Un estudio realizado en el 2008 por Cisneros, Bautista y Argüelles, encontró que las conchas de abanico de semillas de Samanco, con una altura valvar entre 60 - 69 mm tenían un FC 19.5, cuando este resultado lo comparamos con los grupos: Verano-Producción, Verano-Ambiente natural, Invierno-Producción, las cuales tienen como factor de condición 14.77, 17.88, y 17.53 respectivamente, se puede concluir que las condiciones de estos animales no eran las mejores, algo diferente se observó en los individuos de Invierno-Natural, las cuales tenían un FC 19.85, similar al del estudio de referencia. Esto puede deberse a las distintas condiciones del agua como la diferencia de la temperatura y la diferencia de fondo marino de donde provienen los grupos de conchas de abanico, como es sabido un medio ambiente confortable que lo animales tengan un mejor aprovechamiento del alimento.

El principal hallazgo a nivel macroscópico fue la alta cantidad *Polydora* sp. encontrada en los 4 grupos estudiados, esto se relaciona con un estudio en Chile donde se reportó una prevalencia de infestación con *Polydora* sp. en un 90.4 % de la población de concha de abanico proveniente de Tongoy (Oliva y Sánchez, 2005).

Los poliquetos se caracterizan por adherirse a las valvas de los moluscos. Estos organismos acuáticos se han hecho conocidos en el cultivo de moluscos por la capacidad de perforar tejidos calcáreos de sus hospederos, que incluye a los corales, algas coralinas

y moluscos. (Blake y Evans, 1973; Blake, 1996; Martín y Britayev, 1998; Sato-Okoshi, 1999). Estos animales son considerados como causantes de afectar negativamente la producción y el rendimiento de los pectínidos y ostras, ya que producen daño a la capa de nácar, debilitamiento de las valvas por todo ello son considerados parásitos externos (Campalans, 2010).

No se encontraron alteraciones significativas ni lesiones evidentes en la evaluación macroscópica de las conchas de abanico, tal como lo menciona Bozzo en el 2015; en muchos casos los individuos se encuentran parasitados, pero macroscópicamente no se observa ninguna alteración y solamente el análisis de un corte histológico nos permite caracterizar al parásito y las lesiones tisulares, es por ello que en la evaluación de la sanidad de estos animales es importante el estudio microscópico.

Con respecto a la histología, en las branquias se encontró RLOs en los 4 grupos, pero el grupo que presentó mayor frecuencia de este microorganismo fue el de Verano-Producción: 24.4% (22/90).

En todos los grupos se observó a su vez una alta prevalencia de infiltración hemocítica y necrosis. Sólo en el grupo de Ambiente natural se encontró una prevalencia de tremátodos de 3.3% (3/90) y sólo en el grupo de Verano-Producción se encontró una prevalencia de 56.6% (51/90) de ooquistes de *Nematopsis* sp.

En todos los grupos que se detectó RLOs se encontró una alta prevalencia de infiltración hemocítica, como lo mencionan estudios anteriores, los RLOs producen una reacción de tipo inflamatoria, que en este caso es producida por hemocitos, células que representan la primera línea de defensa contra parásitos, patógenos y organismos extraños (Janeway, 1994), y juegan un papel importante en la inmunidad, ya que migran desde los vasos linfáticos hacia el foco de infección o cuerpo extraño. A continuación se producen

distintas reacciones como la formación de una cubierta densa de hemocitos o puede ocurrir la fagocitosis (Bozzo, 2015).

La prueba estadística (ji cuadrado) permitió concluir que la presencia de RLOs no estaba asociada al grupo de procedencia, pero si a la estación, es decir, en la temporada de verano se encuentra más individuos infectados con RLOs. Por lo mencionado anteriormente se deduce que parámetros físicos como mayor temperatura y menor oxígeno disuelto, los cuales se acentúan en la estación de verano, estarían provocando estrés en los moluscos, disminuyendo su respuesta inmune y permitiendo que los patógenos como las rickettsias se encuentren en mayor cantidad de individuos, tal como mencionado en el estudio realizado por Campalans en el 2010.

Para el caso de las lesiones como infiltración hemocítica y necrosis, se encontró asociación con el grupo de procedencia, concluyendo que las branquias de las conchas de abanico de medio natural se encontrarían más afectadas y es por ello la respuesta inflamatoria, esto se deba tal vez a que estos animales están en contacto con varios compuestos orgánicos tal y como lo describe un estudio realizado en la bahía de Samanco (IMARPE, 2008), a diferencia del grupo que proviene de cultivo, donde se realiza un monitoreo constante de la calidad de agua. Eso quiere decir que las poblaciones que provienen de centros de cultivo se encuentran en mejor condición para responder y poseen una mejor respuesta inmune frente a los agentes patógenos o mejor condición fisiológica frente a condiciones ambientales desfavorables (Campalans 2010).

Para el caso de la estación, estas no se encontraban asociadas con las lesiones mencionadas previamente.

Con relación a las gónadas sexuales masculinas se encontró que la prevalencia de lesiones no fue considerable y así como tampoco la presencia de ooquistes de *Nematopsis* sp en la mayoría de grupos, excepto en el grupo de Invierno-Producción que presentaba atrofia en

el 15.5% (14/90) de las muestras evaluadas. Esto se relaciona con los hallazgos encontrados sólo en las gónadas del grupo de Invierno-Producción, las cuales presentaban pequeñas manchas blanquecinas. En el caso de las gónadas femeninas se presentó similar resultado, con la diferencia que la prevalencia de atrofia en el grupo Invierno-Producción fue 38.8% (35/90) y en este mismo grupo se encontró a un tremátodo infectando la gónada femenina de un individuo 1.1% (1/90). Se sugiere que la atrofia es fisiológica ya que en los casos que se encontró esta lesión no fue acompañada con una infección severa de algún parásito ni tampoco una reacción de tipo inflamatoria. La atrofia fisiológica gonadal se puede observar en la etapa de desove, después de haberse producido la liberación de los gametos sexuales, mediante histología se puede observar una reducción del parénquima ovárico y los túbulos seminíferos (Daniel-Lemus, Acosta-Ortiz, Cuello y Gómez-León, 2014)

En músculo, se encontró que el único grupo que presentó una prevalencia significativa de *Nematopsis* sp. fue Verano-Producción, y en todos los grupos se observó necrosis e infiltración hemocítica, los 2 grupos de verano (centros de Producción y Ambiente natural) fueron los que presentaron mayor frecuencia de ambas lesiones. Los oosquistes de *Nematopsis* sp. no causan daño significativo en los moluscos (Meyers y Burton, 2009), esto se observó también en este estudio, ya que en grupos donde no se evidenció la presencia de este parásito igual se encontraron lesiones, lo que se sugiere que el daño tisular a este nivel estuvo provocado por otra causa. La noxa en este caso pudo ser un agente viral ya que las lesiones observadas en este órgano son compatibles con las descritas en la ostra perla e incluso cuando se incrementa la temperatura se observa una coloración amarillenta en el músculo (Miyazaki *et al.*, 1999).

En intestino se observa en todos los grupos una prevalencia elevada de oosquistes de *Nematopsis* sp. y en caso de lesiones los dos grupos de verano presentaron un 30% de

infiltración hemocítica (27/90) y solo un pequeño porcentaje de necrosis. Estos estudios son similares a los encontrados por Meyers y Burton en 2009 donde hallaron organismos similares a *Nematopsis* sp. en el intestino de la ostra del Pacífico pero causando un leve daño en el tejido.

En este mismo órgano en el grupo de Invierno-medio natural presentó RLO y tremátodos, pero estas prevalencias fueron bajas, 3.3% (3/90) y 1.1% (1/90), respectivamente, con esto se puede sugerir que los RLOs y los tremátodos encontrados no tienen una predisposición por invadir este órgano. Así también lo mencionan Zhu y Wu en el 2008, donde resaltan que las principales células que afectan los RLOs en los moluscos bivalvos son las de la glándula digestiva.

Nefridios, en este órgano se pudo encontrar que todos los grupos presentaron concreciones, resaltando el grupo Invierno-Producción, el cual tuvo la prevalencia más alta, siendo esta de 84.4% (76/90), también es importante decir que otra lesión encontrada en los 4 grupos fue la necrosis, sin embargo, este hallazgo fue encontrado en pocos individuos. Se observó que las concreciones en los nefridios presentan asociación con el grupo de procedencia, así como también con la estación del año. Es decir que los animales que proceden de centro de cultivo presentan mayor acumulación de concreciones en su sistema de excreción a diferencia de los que proceden de medio natural y que en la estación de invierno es donde se presentan mayor número de animales con estas lesiones. Los nefridios son estructuras tubulares, tapizadas con células las cuales tienen una vacuola con un gránulo de excreción o concreción. (Lhorman, 2009). Las concreciones se forman de fosfato de calcio entre otros componentes, las cuales varían según la especie y la temporada (Bryan, 1973; Doyle, Blake, Woo y Yewich, 1978; Carmichael, Squibb y Fowler, 1979; Carmichael y Fowler, 1981; Mauri, Orlando, Nigro y Regoli, 1990).

Se ha demostrado que varias especies expuestas a elementos orgánicos aumentan su producción de concreciones, también en el caso de metales pesados como se pudo ver en *Argopecten irradians* expuesto a cadmio (Camichael y Fowler) y *Placopecten magellanicus* expuesto a cobre (Fowler y Gould, 1988). Fue sugerido que las concreciones podrían ser un medio para la desintoxicación de metales pesados, ya que estos se agregan a las concreciones y son liberados (Lhormann, 2009).

Un estudio realizado en el 2008 por IMARPE determinó la presencia de materia orgánica procedente de las actividades de maricultura como nitritos, nitratos y fosfatos, así también metales pesados como: cadmio, plomo, cobre y bronce en la bahía de Samanco, el lugar de donde provienen las conchas de abanico evaluadas, a su vez se encontró cobre, cadmio y plomo en las vísceras de estos individuos. Las concentraciones de materia orgánica en áreas de pesca podrían ser indicadores del incorrecto manejo de los desechos. La presencia de cadmio y plomo puede deberse al uso de combustibles en las actividades de maricultura, pesca artesanal e industrial. También existe gran número de embarcaciones artesanales, las cuales también usan combustible y liberan algunos desechos domésticos, sumamos a esto que la bahía de Samanco es una bahía casi cerrada, lo que provoca que haya una contaminación del medio acuático, el cual sirve de hábitat a nuestros animales estudiados.

También se menciona que diferentes tipos de estrés como el desove o el cambio de la salinidad y temperatura pueden causar una mayor producción de concreciones renales (Lhormann, 2009).

Glándula digestiva, las observaciones encontradas en este tejido, llaman mucho la atención ya que en los 4 grupos se pudo encontrar los mismos hallazgos, tales como: infiltración hemocítica, necrosis y presencia de RLOs. Es importante añadir que en el

caso de los grupos de Invierno (Producción y Ambiente natural) se encontró tremátodos y granulomas.

La presencia de RLOs en glándula digestiva, como en el caso de branquias, no está asociado al grupo de procedencia, es decir, no importa si son silvestres o cultivados de igual manera se presenta similar número de animales infectados. En caso de la estación, si hay asociación, siendo la estación con temperaturas bajas un factor predisponente para la presentación de RLOS. Esto es similar a un estudio de rickettsiosis en *Pecten maximus* donde se encontró que la mayor intensidad de infección fue en el periodo de invierno (Le Gall *et al.*, 1991)

Las lesiones significativas en la glándula digestiva, como necrosis e infiltración hemocítica, presentaron la misma situación: no presentaron asociación con el grupo de procedencia, pero sí con la estación del año, sorpresivamente se encontró que la estación fría (invierno) estaba asociada a la presentación de lesiones en las conchas de abanico, como se menciona en el párrafo anterior existe una mayor intensidad de rickettsiosis en invierno el cual fue evidenciado en un estudio realizado en 1991 por Le Gall *et al.*

En caso del manto, todos los grupos presentaron infiltración hemocítica, pero la prevalencia de esta lesión se encontró por debajo del 5% en 3 grupos: Verano-Producción, Invierno-Producción e Invierno-Ambiente natural, sin embargo, en el caso del grupo Verano-Ambiente natural, la prevalencia fue del 11.1%, adicionando que otros hallazgos observados fueron: tremátodos en 18.8% (17/90), RLOs en 2.2% (2/90) y granulomas en 8.8% (8/90). Cuando se realizó la prueba estadística ji cuadrado se determinó que existía asociación entre la procedencia de los individuos con la presentación de tremátodos, es decir, que el medio ambiente natural tiene una mayor predisposición para que los individuos presenten parásitos, esto tal vez se deba a que estos animales se encuentran libres y expuestos a la presencia de cualquier patógeno desde su nacimiento, adicionando

que estos animales en vida libre se encuentran en condiciones distintas a las conchas cultivadas; con respecto a la estación de verano y de invierno se observa que las primeras tienen mayor prevalencia de parásitos. Las mayores prevalencias de parásitos se encuentran en épocas calurosas, ya que las elevadas temperaturas del agua marina favorecen a la mayoría de parasitosis (Bozzo, 2015). En Chile también se encontró un tremátodo digeneo encapsulado en órganos internos de la concha de abanico chilena de medio ambiente natural como: glándula digestiva, gónadas y branquias. La prevalencia de este tremátodo en la concha de abanico procedente de Caldera - Chile fue del 16%. (Oliva y Sánchez, 2005). Este dato se asemeja al obtenido en las conchas de abanico procedentes del medio natural en estación de verano.

El manto es el primer órgano interno que está expuesto, por lo que probabilidad de que se infecte primero este tejido es alta cuando se compara la prevalencia de parásitos en este órgano frente a otros. Estas lesiones fueron encontradas también en las conchas de abanico chilenas (Lhormann, 2009).

Los granulomas encontrados en el manto son asociados con mecanismos de defensa de los moluscos, sin embargo, no se ha detectado la presencia de algún agente causal, aunque en Canadá se encontró a un protozoo *Thraustochytrido*, el cual estaba involucrado en producir lesiones en *Argopecten irradians* (McGladdery, Cawthorn y Bradfor, 1991). En Chile también se encontraron estas lesiones, pero no se logró identificar el origen de estas (Lhormann, 2009).

La infiltración hemocítica en el manto está asociada al grupo de procedencia y a la estación del año, con lo que se concluye que esta lesión se presenta más en conchas de abanico silvestres extraídas en estación de verano, esto se relaciona con la mayor prevalencia de tremátodos en conchas de abanico silvestres colectadas en temporada de verano.

La presentación de una enfermedad depende de 3 factores: el hospedero, el agente infeccioso y el medio ambiente. El agente infeccioso puede ser no patógeno, tener alta o baja patogenicidad e incluso ser un patógeno oportunista. El huésped puede ser resistente o susceptible a este agente microbiano. El medio ambiente, puede ser favorable o desfavorable para el hospedero. Sin embargo, en un medio como el acuático, existen numerosos parámetros ambientales que pueden favorecer la presentación de algunas enfermedades. Las infecciones pueden mantenerse en niveles bajos e imperceptibles sin causar ningún daño al huésped hasta que algunos factores bióticos como por ejemplo la densidad del hospedero o la existencia de hospederos intermediarios o factores abióticos como: temperatura, salinidad o acidez, causen que el agente parasitario prolifere rápidamente y produzca altas mortalidades.

Los resultados de este estudio muestran que mediante la observación histológica de las conchas de abanico no se hallaron parásitos de reporte obligatorio para la OIE (Campalans, 2009).

En el caso de los tremátodos encontrados en conchas de abanico, se encontró una mayor cantidad en animales silvestres, esto se relaciona ya que la infección así como los signos macroscópicos aumentan con la madurez, la cual se expresa en el tamaño de moluscos, por lo tanto, parece que el tamaño y el nivel de madurez juegan un papel importante con respecto a las infecciones y al impacto en el huésped (Liasak, 1993).

La prevalencia de infecciones por tremátodos larvales es dependiente de varios factores ecológicos que influyen la probabilidad de contacto entre las etapas de larva infecciosa, los organismos huéspedes, el hábitat y la presencia de los hospederos intermediarios son los factores de mayor importancia (Sousa, 1990). La prevalencia de la infección tiende a aumentar en asociación con el tamaño del hospedador principalmente, esto debido a que

los animales viejos están más expuestos al miracidio infeccioso más que individuos pequeños y más jóvenes (Kristmundsson, Erlingsdóttir y Freeman, 2015).

Los hallazgos encontrados corresponden a inclusiones basófilas, con RLOs observados en glándula digestiva y branquias. Estos microorganismos son intracelulares y de coloración basófila (Campalans, 2009). En nuestro estudio se observa que con la presencia de RLOs siempre hay infiltración hemocítica en el tejido que infectan, estos hallazgos son similares a los que se encontraron en un estudio realizado por Lhormann en el año 2009, donde se observa los mismos agentes en las conchas de abanico de Coquimbo- Chile, en la cual se mostró infección con RLOs y acumulaciones localizadas de hemocitos, o también llamada infiltración hemocítica.

No existe asociación entre el lugar de procedencia y la presencia de RLOs, es decir, los animales que provienen de lugares de cultivo, donde los animales se encuentran en mayor densidad, no es un factor para la transmisión de este microbio.

Por lo general los RLOs causan efectos leves (Lhormann, 2000), sin embargo, también se han encontrado enfermedades graves en las que se cree que el causante es un organismo similar a rickettsias, el cual provocó una alta mortalidad en *Placopecten magellanicus* (Gulka, Chang y Marti, 1983). Infecciones severas por este microorganismo pueden resultar muy patogénica y estas asociadas a mortalidades en poblaciones de moluscos bivalvos (Friedman *et al.*, 1997, Villalba *et al.*, 1999).

Con relación a la infiltración hemocítica, hay diversas investigaciones sobre esta condición patológica en invertebrados como moluscos y crustáceos. Olivas y colaboradores en el 2010 encontraron una asociación entre la infiltración hemocítica y las lesiones en branquias producidas por las condiciones ambientales en langostinos de Baja California en México. Con respecto a moluscos bivalvos se han reportado la existencia de virus causantes de lesiones directas en branquias como: GNV (virus de la necrosis

branquial) y HIV (virus de la infección hemocítica), los cuales producen infiltración hemocítica, esta lesión puede relacionarse con los residuos del medio ambiente, los cuales causan daño directo en las branquias y provocan una respuesta de tipo inflamatoria como es la infiltración hemocítica (Campalans 2010).

La mayor prevalencia de individuos con infiltración hemocítica en branquias a diferencia de la glándula digestiva podría ser explicada debido a que las branquias se encuentran expuestas al ambiente acuático, por lo que son afectadas en primera instancia con respecto a los órganos internos.

Por otro lado, de acuerdo a lo discutido anteriormente, la contaminación, aunque sea en bajos niveles, puede tener efectos importantes en la fisiología, inmunología y ecología de las poblaciones de moluscos (Rittschof y McClellan-Green, 2005).

Para el diagnóstico de los RLOs, que son microorganismos intracelulares, se necesitan líneas celulares, las cuales no han sido desarrolladas en el caso de moluscos bivalvos, por este motivo llegar al reconocimiento de la especie resulta difícil, por lo que aparece en la literatura como *Rickettsia-like* (Balseiro, 2008).

Considerando los resultados obtenidos, es posible establecer que las conchas de abanico de bancos naturales o las provenientes de centros de producción, según la histología no presentan enfermedades de alto riesgo o declaración obligatoria para la OIE, no es posible afirmar que se encuentran totalmente sanas, ya que presentan lesiones como: infiltración hemocítica, necrosis, concreciones, presencia de agentes microbianos, etc.

IX. CONCLUSIONES

Existen microorganismos parasitarios como tremátodos y ORLs en conchas de abanico procedentes de ambos sistemas de explotación y durante las estaciones estudiadas en Ancash – Perú.

Existen distintos tipos de lesiones en los tejidos de conchas de abanico estudiados como es la respuesta inflamatoria asociada a infección por agentes parasitarios.

Los tejidos más afectados por RLOs en conchas de abanico procedentes de Ancash- Perú fueron las branquias y la glándula digestiva.

El tejido más afectado por tremátodos fue el manto.

La prevalencia de tremátodos está asociada a la procedencia de las conchas de abanico (cultivadas o silvestres)

La prevalencia de RLOs está asociada a la estación del año.

X. RECOMENDACIONES

Realizar estudios sobre la respuesta inmune de la concha de abanico con respecto a los microorganismos encontrados.

Llevar a cabo estudios similares en conchas de abanico procedentes de otras ciudades del país donde se realiza el cultivo de este molusco bivalvo, así como también de otras especies de moluscos de importancia comercial para el país, con esta información se conocerá el estatus sanitario de los moluscos y permitirá realizar un mapa epidemiológico con las lesiones y los principales agentes que los afectan.

Realizar monitoreos constantes que incluyan estudios moleculares sobre la presencia de parásitos de reporte obligatorio para la OIE.

Tener en cuenta a estos microorganismos como causantes de infección o mortalidad en la concha de abanico peruana.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Aquahoy (15 de diciembre de 2017). Portal de Información en Acuicultura.
Recuperado de: <http://www.aquahoy.com/noticias/moluscos/28442-millonarias-perdidas-por-mortandad-de-conchas-de-abanico-en-sechura>.
2. Anderson, R. (2000) Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission. CAB Internacional, Wallingford. UK.
3. Andina (29 de diciembre de 2017). Agencia Peruana de Noticias. Recuperado de: <http://andina.pe/agencia/noticia.aspx?id=549137>
4. Anderson, T. Adlard, R. Lester, R. (1995) Molecular diagnosis of *Marteilia sydneyi* (Paramyxea) in the Sydney rock oyster, *Saccostrea commercialis* (Angas). Journal of Fish Diseases **18**, 507-510. Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/cdbd/4b761761723317e75cf297c1f086e6109e7d.pdf>
5. Balseiro, P. (2008). Diagnóstico de epizootias en moluscos de interés comercial cultivados en Galicia. Contribución al conocimiento patológico de *Haliotis tuberculata* L. (tesis doctoral). Universidad de Santiago de Compostela.
6. Blake, J.A. 1996. "Family Spionidae Grube, 1850. Including a review of the genera and species from California and a revision of the genus *Polydora* Bosc,

- 1802" En: Blake, JA, Hilbig, B, Scott, PH (eds), Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel. (pp 81-223). California: Museo de Historia Natural de Santa Barbara.
7. Blake, J.A. Evans, J.W. 1973. *Polydora* and related genera as borers in mollusk shells and other calcareous substrates (Polychaeta: Spionidae)" *Veliger* 15: 235-249. Recuperado de <http://biostor.org/reference/128687>
 8. Bernedo, D. León, H. Montero, E. Quispe J. (2015). Anuario estadístico y pesquero [Dataset]. Versión de 22 de junio de 2015. Recuperado de: <http://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-pesca-2015.pdf>
 9. Boscolo, R. Giovanardi, O. (2002) *Polydora ciliata* shell infestation in *Tapes philippinarum* Manila clam held out of the substrate in the Adriatic Sea, Italy. *Journal of Invertebrate Pathology* 79,197-198. pmid: 12133709
 10. Bower, S. McGladdery, S. (1994). Synopsis of Infectious Diseases and Parasites of Commercially Exploited Shellfish. 4, 1 - 199. doi: 10.1016/0959-8030(94)90028-0
 11. Bozzo, M. Durfort, M. Poquet, M. Sagristà E. (2015). Introducción a la histología de algunas especies de moluscos bivalvos marinos y sus parásitos más frecuentes. Cataluña: Facultad de Biología, Universidad de Barcelona.
 12. Bryan, G. 1973. The occurrence and seasonal variation of trace metals in the scallops *Pecten maximus* (L.) and *Chlamys opercularis* (L.) *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 53: 145-166. doi: 10.1017/S0025315400056691
- Campalans, M. Lhormann K. (2009). Histological survey of four species of cultivated molluscs in Chile susceptible to OIE notifiable

- diseases. *Revista de biología marina y oceanografía*. (3), 561-569. doi: 10.4067/S0718-19572009000300004.
13. Burge, C. Griffin, F. Friedman, C. (2006). Mortality and herpesvirus infections of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in Tomales Bay, California, USA. *Dis. Aquat. Organ.* 72: 31-43. doi: 10.3354/dao072031
 14. Cáceres-Martínez, J. Tinoco, G. Unzueta- Bustamante, M. Gómez-Humaran, I. (1999). Relationship between the burrowing worm *Polydora* sp. and the black clam *Chione fluctifraga* Showerby. *Journal of Shellfish Research* 18: 85-89.
 15. Cáceres-Martínez, J. y Vásquez-Yeomans, R. (2008). La patología en moluscos bivalvos: principales problemas y desafíos para la producción de bivalvos en América Latina. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (Eds). *Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina*. (p 337). Roma: FAO.
 16. Carmichael, N. Fowler, B. 1981. Cadmium accumulation and toxicity in the kidney of the bay scallop *Argopecten irradians*. *Marine Biology* 65: 35-43. doi: 10.1007/BF00397065
 17. Carmichael, N. Squibb, K. Fowler, B. 1979. Metals in the molluscan kidney: a comparison of two closely related bivalve species (*Argopecten*), using x-ray microanalysis and atomic absorption spectroscopy. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 36: 1149-1155. doi: 10.1139/f79-162
 18. Campalans, M. Lhormann K. (2009). Histological survey of four species of cultivated molluscs in Chile susceptible to OIE notifiable diseases. *Revista de biología marina y oceanografía*. (3), 561-569. doi: 10.4067/S0718-19572009000300004.

19. Campalans, M. (2010). Estudio epidemiológico de las poblaciones de ostión del norte silvestre y en cultivo en la III y IV regiones del País. [Dataset]. Versión de 20 de diciembre de 2017. Recuperado de: http://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-89265_informe_final.pdf
20. Cerenius, L. Lee, B. Söderhäll, K. (2008). The proPO-system: pros and cons its role in invertebrate immunity. *Trends Immunol.* 29, 263-271. doi: 10.1016/j.it.2008.02.009
21. Chantler, P. (2016). Scallop adductor muscles: Structure and function. En: Shumway, S. Parsons, G (Eds.), *Scallops Biology, Ecology, Aquaculture, and Fisheries* (pp 161 -218).
22. Ciocco, N. F. (1990). Infestación de la vieira tehuelche (*Chlamys tehuelcha* (d'Orbigny)) por *Polydora websteri* Hartman (Polychaeta: Spionidae) en el golfo San José (Chubut, Argentina): un enfoque cuantitativo. *Biología Pesquera* 19, 9-18.
23. Cisneros, R. Bautista, J. Argüelles J. (2008). Crecimiento comparativo de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en sistemas suspendidos. *Ecología aplicada* 7(1,2). Recuperado Flores Salazar L, Mazza Callirgos J. (2014). Utilización de residuos de conchas de abanico como mejoramiento en las propiedades resistentes del concreto. (Tesis Título Ingeniero Civil). Universidad Nacional del Santa.
24. Comps, M. Bonami, J. Vago, C. Campillo, A. (1976). Une virose de l'huître portugaise (*Crassostrea angulata* Lmk). *C. R. Hebd. Séanc. Acad. Sci. D.* 282, 1991-1993. Recuperado de: <http://archimer.ifremer.fr/doc/1991/publication-6084.PDF>

25. Comps, M. Bonami, J. R. (1977). Infection virale associée à des mortalités chez l'huître *Crassostrea angulata* Th. C. R. Acad. Sci. D 285, 1139-1140. Recuperado de: <http://archimer.ifremer.fr/doc/1979/acte-6171.PDF>
26. Comps, M. Herbaut, C. Fougerousse, A. (1999). Virus-like particles in pearl oyster *Pinctada margaritifera*. Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 19, 85-88. Recuperado de: <http://archimer.ifremer.fr/doc/1999/publication-6079.PDF>
27. Cremonte, F. (1999) Estudio parasitológico de bivalvos que habitan ambientes marinos y mixohalinos en Argentina (Tesis doctoral). Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
28. Davison, A. Trus, B. Cheng, N. Steven, A. Watson, M. Cunningham, C. Le Deuffy. R. Renault, T. (2005). A novel class of herpesvirus with bivalve hosts. J. Gen. Virol. 86: 41-53. doi: 10.1099/vir.0.80382-0
29. DECRETO SUPREMO N° 07-2004-PRODUCE. Norma Sanitaria de Moluscos Bivalvos. El Peruano, 26 de marzo del 2004. pp 265397 -265409. Recuperado de: http://www.sanipes.gob.pe/normativas/6_DECRETOSUPREMO007-2004-PRODUCE.pdf
30. Delmas, B. Kibenge, F. Leong, J. Mundt, E. Vakhariay, V. Wu, J. (2005) Birnaviridae, In: Fauquet, Mayo, Maniloff, Desselberger, Ball (Eds.), Virus Taxonomy, 8th ed. Elsevier Ac. Press, London, pp. 561-569.
31. Daniel-Lemus, Y. Acosta-Ortiz, E. Cuello, F. y Gómez-León, J. (2014) Evaluación del ciclo gametogénico de *Argopecten nucleus* (pectinidae, bivalvia) en sistema de cultivo suspendido, en la bahía de Nenguange, Santa Marta, Colombia. Bol. Invest. Mar. Cost. 43 (2) 363 -382. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v43n2/v43n2a07.pdf>

32. Doyle, L. Blake, N. Woo, C. Yevich, P. 1978. Recent biogenic phosphorite: concretions in mollusk kidneys. *Science* 199: 1431-1433. doi: 10.1126/science.199.4336.1431
33. Feng, S. (1988) Cellular defense mechanisms of oysters and mussels. *Am. Fish Soc. Spec. Publ.* 18, 153-68. doi: 10.1023/B:VERC.0000045379.78547.23
34. Figueras, A. Novoa, B. (2011). Enfermedades de moluscos bivalvos de interés en acuicultura. Madrid: Consejo superior de Investigaciones científicas.
35. Fowler, B. Gould, E. 1988. Ultrastructural and biochemical studies of intracellular metal-binding patterns in kidney tubule cells of the scallop *Placopecten magellanicus* following prolonged exposure to cadmium or copper. *Marine Biology* 97: 207-216. doi: 10.1007/BF00391304
36. Friedman CS, Thomson M, Chun C, Haaker PL, Hedrick RP (1997) Withering syndrome of the black abalone, *Haliotis cracherodii* (Leach): Water temperature, food availability, and parasites as possible causes. *Journal of Shellfish Research* 16: 403–411.
37. Froese R. 2006. Cube law, condition factor and weight length relationship: history, meta-analysis and recommendations. *J. Appl. Ichthyol.* 22, 241-253. doi: 10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x
38. Galaktionov, K. Dobovolskij, A. (2003) *The Biology and Evolution of Trematodes. An essay on the biology, morphology, life cycles, transmissions, and evolution of digenetic trematodes.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.
39. García, V. Orozco, R. Gonzales, I. Flores, G. (2015). Calidad Ambiental de las bahías Samanco y Tortugas, Áncash – Perú: 2010-2011. Informe ISSN 0378 - 7702. No. 4 – 42. (p 14). Perú: IMARPE.

40. Gerdol, M. De Moro, G. Manfrin, C. Venier, P. Pallavicini, A. (2012). Big defensins and mytimacins, new AMP families of the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Dev Comp Immunol.* 36, 390-399. doi: 10.1016/j.dci.2011.08.003
41. Gómez-León, J. Villamil, L. Lemos, M. Novoay, B. Figueras, A. (2005) Isolation of *Vibrio alginolyticus* and *Vibrio splendidus* from aquacultured carpet shell clam (*Ruditapes decussatus*) larvae associated with mass mortalities. *Appl. Environ. Microbiol.* 71,98-104. doi: 10.1128/AEM.71.1.98-104.2005
42. Gulka, G. Chang, P. Marti, K 1983. Prokaryotic infection associated with a mass mortality of the sea scallop, *Placopecten magellanicus*. *Journal of Fish Diseases* 6: 355- 364. doi: 10.1111/j.1365-2761.1983.tb00087.x
43. Guo, K. Kang, N. Li, Y. Sun, L. Gan, L. Cui, F. Gao, M. Liu, K (2009). Regulation of HSP27 on NF-Kappa B pathway may be involved in metastatic hepatocellular carcinoma cells apoptosis. *BMC Cancer.* 9: 100. doi: 10.1186/1471-2407-9-100
44. Helm, M. Bourne, N. Lovatelli, A. (2006). Cultivo de bivalvos en criadero. Un manual práctico. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 471. (p 82). Roma: FAO.
45. Hine, P. Wesney, B. Hay, B. (1992). Herpesvirus associated with mortalities among hatchery-reared larval Pacific oysters, *Crassostrea gigas*. *Dis. Aquat. Organ.* 12, 135-142. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.319.1684&rep=rep1&type=pdf>
46. Howard, D. Lewis, E. Keller, B. Smith, C. (2004). Histological techniques for marine bivalve mollusks and crustaceans. Oxford: NOAA (National Ocean Service).

47. Humphries, J. Yoshino T. (2003). Cellular receptors and signal transduction in molluscan hemocytes: connections with the innate immune system of vertebrates. *Ingr Com Biol.* 43. 305-312. doi: 10.1093/icb/43.2.305
48. IMARPE. (2008). Estudio de línea base en el ámbito marino de bahía de Samanco 13-24 diciembre. [Dataset]. Versión de 08 de diciembre de 2017. Recuperado de: <http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/informe LB-Samanco.pdf>
49. Janeway, C. 1994. The role of microbial pattern recognition in self: nonself discrimination in innate and adaptive immunity. In phylogenetic perspectives in immunity. En: Hoffmann, J.A., Janeway, C.A., Natori, S. (Eds.), *The Insect Host Defense*. RG Landes Company, Austin, TX, pp. 115–122.
50. Kanagusuku Godo K. (2009). Evaluación de los bioincrustantes presentes en sistemas de cultivos suspendido de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) “concha de abanico” en la bahía de Samanco – Chimbote. (Tesis Titulo Biólogo). Universidad Ricardo Palma. Recuperado en: http://www.lamolina.edu.pe/ecolapl/Articulo_11_vol_7_%20Ecologia_aplicada.pdf
51. Kitamura, S. Jung, S. Suzuki, S. (2000). Seasonal change of infective state of marine birnavirus in Japanese pearl oyster *Pinctada fucata*. *Arch. Virol.* 145: 2003-2014.pmid: 11087088
52. Kristmundsson, A. Erlingsdóttir, A. Freeman, M. (2015). Is an Apicomplexan Parasite Responsible for the Collapse of the Iceland Scallop (*Chlamys islandica*) Stock?. *PLoS one*, 10 (12): 0144685.

53. Lasiak, T. (1993). Bucephalid trematode infections in the brown mussel *Perna perna* (Bivalvia: Mytilidae). *South African Journal of Marine Science*, 13:1, 127-134, DOI: 10.2989/025776193784287347
54. Lauckner, G. (1983) *Diseases of Mollusca: Bivalvia Diseases of Marine Animals*. Hamburg: Biologische Anstalt Helgoland.
55. Lee, S Chai, J. Hong, S. (1993) *Gymnophalloides seoi* n. sp. (Digenea: Gymnophallidae), the first report of human infection by a gymnophallid. *Journal of Parasitology* 79, 677-680. pmid: 8410538
56. Lee, S. H. Sohn, W. Hong, S. Hun, S. Seo, M. (1996) A nationwide survey of naturally produced oysters for infection with *Gymnophalloides seoi* metacercariae. *Korean Journal of Parasitology* 34. 107-112. pmid: 8925242
57. Le Gall, G. Chagot, D. Mialhe, E. Grizel, H. (1988). Branchial rickettsiales-like infection associated with a mass mortality of sea scallop *Pecten maximus*. *Dis. Aquat. Org.* 4, 229-232. Recuperado de: <https://geoscience.net/research/004/857/004857667.php>
58. Le Gall, G. Chagot, D. Mialhe, E. Grizel, H. (1991). Branchial rickettsiales-like infection associated with a mass mortality of sea scallop *Pecten maximus*. *Dis. Aquat. Org.* 10, 139-145. Recuperado de: <http://archimer.ifremer.fr/doc/1991/publication-2758.pdf>
59. Lhormann, K. (2000). An Investigation of the diseases of the scallops *Aequipecten opercularis* (L.), *Pecten maximus* (L.) and *Argopecten purpuratus* Lamarck, 1819. (tesis doctoral). Universidad de Liverpool.
60. Lhormann, K. (2009). How healthy are cultivated scallops (*Argopecten purpuratus*) from Chile? a histopathological survey. *Revista de biología marina y oceanografía*. (1), 35-47. doi: 10.4067/S0718-19572009000100004.

61. Li, H. Parisi, M. Parrinello, N. Cammarata, M. Roch, P. (2011). Molluscan antimicrobial peptides, a review from activity-based evidences to computed assisted sequences. *Invertebr Surviv J. ISJ* 8: 85-97. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/261636351_Molluscan_antimicrobial_peptides_a_review_from_activity-based_evidences_to_computer-assisted_sequences
62. Liao, Z. Wang, X., Liu, H. Fan, M. Sun J. Shen, W. (2013) Molecular characterization of a novel antimicrobial peptide from *Mytilus coruscus*. *Fish Shellfish Immunol.* 34, 610-616. doi: 10.1016/j.fsi.2012.11.030
63. Luna-González, A. Maeda-Martínez, A. Ascencio-Valle, F. Robles-Mungara, M. (2004). Ontogenetic variations of hydrolytic enzymes in the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *Fish Shellfish Immunol.* 16, 287-94. doi: 0.1016/S1050-4648(03)00110-4
64. Martin, D. Britayev, T. (1998). Symbiotic Polychaetes: Review of known species. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 36: 217-340. Recuperado de: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/39328/3/Symbiotic%20Polychaetes.pdf>
65. Mauri, M. Orlando, E. Nigro, M. Regolil, F. 1990. Heavy metals in the Antarctic scallop *Admusium colbecki*. *Marine Ecology Progress Series* 67: 27-33. Recuperado de <http://www.int-res.com/articles/meps/67/m067p027.pdf>
66. McGladdery, S. Cawthorn, R. Bradford, B. 1991. *Perkinsus karlssoni* n.sp. (Apicomplexa) in bay scallops *Argopecten irradians*. *Diseases of Aquatic Organisms* 10: 127-137. Recuperado de <https://www.islandscholar.ca/islandora/object/ir:ir-batch6-3265>
67. Meyers, J. Burreson, E. Barber, B. Mann, R (1991). Susceptibility of diploid and triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) and eastern oysters,

- Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791), to *Perkinsus marinus*. Journal of Shellfish Research 10, 433-437. Recuperado de: https://archive.org/details/cbarchive_40260_susceptibilityofdiploidandtrip1981
68. Meyers T, Burton T (2009) Diseases of wild and cultured shellfish in Alaska. Alaska Department of fish and game, Alaska pp. 130
69. Miyazaki T, Goto K, Kobayashi T, Kageyama T, Miyata M (1999) Mass mortalities associated with a virus disease in Japanese pearl oysters *Pinctada fucata martensii*. Dis Aquat Org 37:1–12. doi: 10.3354/dao044061
70. Moreira, R. (2010). Advances in bivalve molluscs immune system: a genomic approach. (Tesis PhD). Universidad de Vigo.
71. Moss, J. Burreson, E. Cordes, J. Dungan, C. Brown, G. Wang, A. Wu, X. Reece, K. (2007). Pathogens in *Crassostrea ariakensis* and other Asian oyster species: implications for non-native oyster introduction to Chesapeake Bay. Dis. Aquat. Organ. 77, 207-223. doi: 10.3354/dao01829
72. Murina, G. Solonchenko, A. (1991). Commensals of *Mytilus galloprovincialis* in the Black Sea: *Urastoma cyprinae* (Turbellaria) and *Polydora ciliata* (Polychaeta). Hydrobiologia 227, 385-387. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00027627>
73. Norton, J. Shepherd, M. Abdon-Naguit, M. Lindsay, S. (1993) Mortalities in the Giant clam *Hippopus hippopus* associated with Rickettsiales-like organisms. J. Invertebr. Pathol. 62, 207-209. doi: 10.1006/jipa.1993.1100
74. OIE (Organización Mundial de Salud Animal). (2017) Manual de pruebas diagnósticas para los animales acuáticos. [Dataset]. Versión de 02 de febrero de 2017. Recuperado de: <http://www.oie.int/es/normas-internacionales/manual-acuatico/acceso-en-linea/>

75. Oliva, M. Sánchez, M. (2005). Metazoan parasites and commensals of the northern Chilean scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) as tools for stock identification. *Fisheries Research*. 71, 71-77. doi: 10.1016/j.fishres.2004.07.009
76. Olivas, J. Cáceres, J. Vásquez Yeómans, R. (2010). Patógenos que afectan el cultivo de *Litopenaeus vannamei* en ambiente marino y dulceacuícola en el estado de Baja California, México. Recuperado en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030310/031020.pdf>
77. Parcellier, A. Gurbuxani, S. Schmitt, E. Solary, E. Garrido, C. (2003). Heat shock proteins, cellular chaperones that modulate mitochondrial cell death pathways. *Biochem Biophys Res Commun*. 304, 505-512. pmid: 12729585
78. Peteiro, L. Filgueira, R. Fernández, M. 2007. Anatomía funcional de los moluscos bivalvos. Recuperado en: <http://digital.csic.es/handle/10261/116194>
79. Qin, C. Huang, W. Zhou, S. Wang, X. Liu, H. Fan, M. Wang, R. Gao, P. Liao, Z. (2014). Characterization of a novel antimicrobial peptide with chitin-binding domain from *Mytilus coruscus*. 41, 362 -370. doi: 10.1016/j.fsi.2014.09.019
80. Ratcliffe, N. Rowley, A. Fitzgerald, S. Rhodes, C. (1985). Invertebrate immunity: basic concepts and recent advances. *Int. Rev. Cytol.* 97,183- 350. doi: 10.1016/S0074-7696(08)62351-7
81. Radashevsky, V. Lanay, P. Nalesso, R. (2006). Morphology and biology of *Polydora* species (Polychaeta: Spionidae) boring into oyster shells in South America, with the description of a new species. *Zootaxa* 1353, 1-39. doi: 10.11646/zootaxa.1353.1.1

82. Reimschuessel, R. May, E. Bennett, R. Lypsky, M. (1992). A Classification system for histological lesions. *Journal of Aquatic Animal Health*. 4,135-143. doi: 10.1577/1548-8667(1992)004<0135:CACSFH>2.3.CO;2
83. Riquelme, C. Hayashida, G. Toranzo, A. Vilches, J. Chávez, P. (1995). Pathogenicity studies on a *Vibrio anguillarum*-related (VAR) strain causing an epizootic in *Argopecten purpuratus* larvae cultured in Chile. *Dis. Aquat. Org.* 22, 135-141. Recuperado en <http://www.int-res.com/articles/dao/22/d022p135.pdf>
84. Rittschof, D. McClellan-Green, P. 2005. Mollusks as Multidisciplinary Models in Environment Toxicology. *Mar. Pol. Bull.* 50(4): 369-373. doi: 10.1016/j.marpolbul.2005.02.008
85. Rivas, C. Cepeda, C. Dopazo, C. Novoa, B. Noyay, M. Barja, J. (1993). Marine environment as reservoir for birnaviruses from poikilothermic animals. *Aquaculture* 115, 183-194. doi: 10.1016/0044-8486(93)90135-L
86. Robledo, J. Cáceres-Martínez, J. Sluys, R y Figueras, A. (1994) The parasitic turbellarian *Urastoma cyprinae* (Pltyhelminthes: Urastomidae) from blue mussel *Mytilus galloprovincialis* in Spain: occurrence and pathology. *Diseases of Aquatic Organisms* 18, 203-210. Recuperado de: <http://www.int-res.com/articles/dao/18/d018p203.pdf>
87. Rohde, K. (2005) *Marine Parasitology*. Wallingford: Cabi Publishing
88. Roldan, G. (2003). *Bioindicación de la calidad de agua en Colombia*. Medellin: Universidad de Antioquia.
89. Romero, X. Thurnbull J. Jiménez, R. (2000) Ultrastructure and cytopathology of a rickettsia-like organism causing systemic infection in the Redclaw Crayfish, *Cherax quadricarinatus* (Crustacea: Decapoda), in Ecuador. *J. Invertebr. Pathol.* 76, 95-104. doi: 10.1006/jipa.2000.4952

90. SENAMHI (01 de enero de 2018). Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú. Recuperado de: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>
91. Sato-Okoshi, W. 1999. Polydorid species (Polychaeta, Spionidae) in Japan, with descriptions of morphology, ecology and burrow structure. I. Boring species. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 79: 831-848. doi: 10.1017/S0025315499002143
92. Shaw, BL. Battle, HI. (1957). The gross microscopic anatomy of the digestive tract of the oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin). Canadian Journal of Zoology 35, 325-347. doi: 10.1139/z57-026
93. Sousa, W. (1990). Spatial scale and the processes structuring a guild of larval trematode parasites. In Parasite Communities: Patterns and Processes. Esch, G. w., Bush, A. O. and J. M. Aho (Eds). London; Chapman & Hall: 41-67.
94. Sugumar, G., Nakai, T. Hirata, Y. Matsubaray D. Muroga, K. (1998) *Vibrio splendidus* biovar II as the causative agent of bacillary necrosis of Japanese oyster *Crassostrea gigas* larvae. Dis. Aquat. Org. 33, 111-118. doi: 10.3354/dao033111
95. Sun, J. Wu, X. (2004). Histology, ultrastructure, and morphogenesis of a rickettsia-like organism causing disease in the oyster, *Crassostrea ariakensis* Gould. 86(3), 77 – 86. doi: 10.1016/j.jip.2004.04.004
96. Uriarte, I. 2008. Estado actual del cultivo de moluscos bivalvos en Chile. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. (p 337). Roma: FAO.
97. Veyalarce Bazán M. (2016). Hidrografía y Dinámica Física en la Bahía de Samanco, Chimbote –Perú. (Tesis Título Licenciado en Física). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado en:

http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4880/Velayarce_bm.pdf?sequence=1&isAllowed=y

98. Villalba, A. Carballal, M. López, C. Cabada, A. Corral, L. (1999). Branchial rickettsia-like infection associated with clam *Venerupis rhomboides* mortality. *Dis. Aquat. Org.* 36, 53-60. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/250221433_Branchial_rickettsia-like_infection_associated_with_clam_Venerupis_rhomboides_mortality
99. Wen, C. Kou, G. Chen, S. (1994) Rickettsiaceae-like microorganisms in the gill and digestive gland of the hard clam, *Meretrix lusoria* Röding. *J. Invertebr. Pathol.* 64, 138-142. doi: 10.1006/jipa.1994.1082
100. Winkler, H. (1990). Rickettsia species (as organisms). *Annu. Rec. Microbiol.* 44, 131-153. doi: 10.1146/annurev.mi.44.100190.001023
101. Zhao, J. Qiu, L. Ning, X. Chen, A. Wu, H Li, C. (2010) Cloning and a Characterization of an invertebrate type lysozyme from *Venerupis philippinarum*. *Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol.* 156, 56-60. doi: 10.1016/j.cbpb.2010.02.001
102. Zhu, B. Wu, X. (2008) Identification of outer membrane protein ompR from rickettsia-like organism and induction of immune response in *Crassostrea ariakensis*. *Molecular Immunology* 45: 3198-3204. doi: 10.1016/j.molimm.2008.02.026